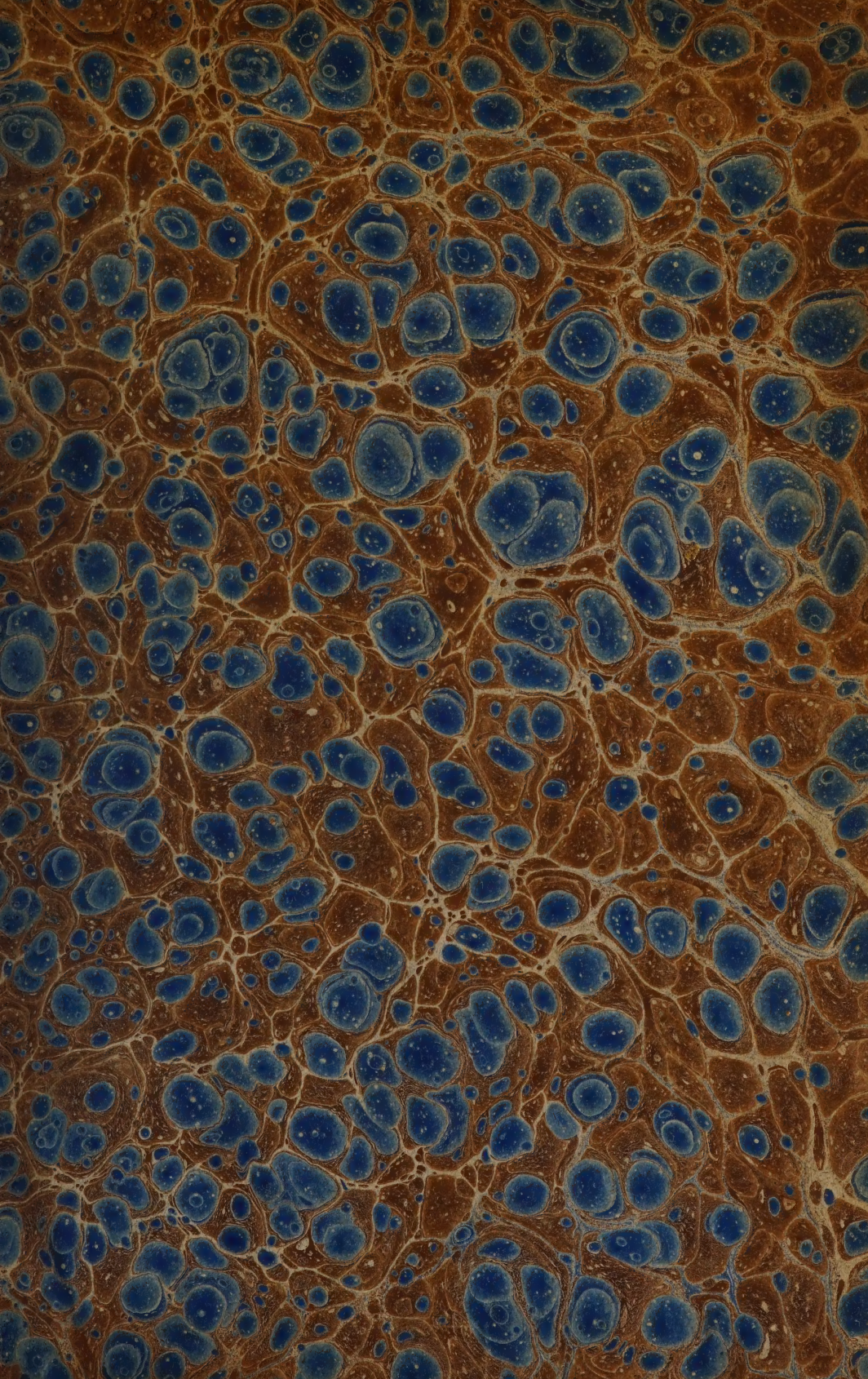


Coltman-King copy
$950.00

TRATADO
GENERAL Y MATEMÁTICO
DE RELOXERÍA.

TRATADO

GENERAL Y MATEMÁTICO

DE HELOXERIA.

TRATADO

GENERAL Y MATEMÁTICO

DE RELOXERÍA,

QUE COMPRÉNDE

EL MÓDO DE HACER RELOXES DE TODAS CLASES, Y EL DE SABERLOS COMPONER Y ARREGLAR POR DIFÍCILES QUE SÉAN.

ACOMPAÑADO

DE LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA ÉLLA, COMO SON ARITMÉTICA, ÁLGEBRA, GEOMETRÍA, GNOMÓNICA, ASTRONOMÍA, GEOGRAFÍA, FÍSICA, MAQUINÁRIA, MÚSICA Y DIBÚXO;

Precisos para poseer á fondo el Noble Árte de la Reloxería.

SU AUTOR

DON MANUEL DE ZERELLA Y YCOAGA,
Reloxero de Cámara de S. M. (que Dios guarde), enseñado en Ginebra á expensas del Sr. Rey D. Fernando VI., é individuo de las Reales Sociedades Matritense y Bascongada.

CON SUPERIOR PERMISO.

MADRID: EN LA IMPRENTA REAL.
1789.

AL REY.

SEÑOR.

Si el permiso de dedicar una obra á su Rey un vasallo és la mayor honra que puede adquirir, tambien lo será

la de saber agradecer sin adulacion alguna el favor que hé merecido de tan gran Monarca. Quiera Dios nuestro Señor conservar las importantísimas vidas de V. M. y mi Señora la Reyna, para que permanezca la completa satisfaccion en todos sus vasallos.

SEÑOR.

A los R. P. de V. M.
su mas humilde y respetuoso criado

Manuel de Zerella y Ycoaga.

PRÓLOGO.

Despues de haber tenido su orígen el Arte de la Reloxería en Alemania por el desvélo y estúdio de una Nacion inventora, pasó á Inglatérra, donde ótra no ménos reflexîva la fué perfeccionando. Francia estuvo ignorante de élla en sus princípios como todos los demás Reynos de Europa, hásta que el Duque de Orleans, Regente, haciendo venir de Lóndres á Sully, la dió el mayor foménto.

Me parece que no será necesário describir la importancia de una ciencia tan menesterosa. Díganlo si nó los Astrónomos, los Náuticos, los Geógrafos y ótros muchos científicos.

Prescindiendo de las utilidades de su Comercio, se me ocurrió que convendría en España dár á luz un Tratádo sóbre dicha materia, tanto para la instruccion de muchos jóvenes como se aplican á élla, quanto para que estableciendo fábricas bien fundádas, no llegáse á salir con el tiempo el crecido cau-

dal que desfalca su península con el comun surtido de un género tan necesário.

Si hé logrado en éste que expongo al público haber hécho álgo mas que lo que contiene el que dió á luz el P. Rio como aficionado, éso me deberá una patria que tanto me interesa.

Discúrro haber compréndido en él todo lo que se necesita para formar un buen reloxero, dándole una idéa sucínta de cáda rámo que contribuye á exercer dicha ciencia ó árte matemáticamente, y á su mayor inteligencia, en un estílo claro y conciso.

Mediante lo qual podrán mis compatriotas llegar á superarle, con el anhélo de conseguir la álta proteccion que se logra hoy dia de un verdadero Monarca mas que instruido en toda clase de profesiones, como testifica la compréns ion con que premia á sus laboriosos vasallos: refluyendo en el Ministerio su dimanada munificencia, para que las obras se publiquen báxo sus Reales auspicios. Exemplo ésta mia que mereciendo tales honras, animarán á ótros muchos á conseguirlas igualmente.

TABLA

DE LOS CAPÍTULOS CONTENIDOS EN ESTE LIBRO.

PRIMERA PARTE.

CAPITULO I. Del módo que los antiguos dividian los años. Pag. 1

CAP. II. Del princípio que tuviéron los reloxes. 7

CAP. III. Del módo de hacer un relox de bolsíllo, y explicacion de todas sus piézas. 14

CAP. IV. Del módo de hacer un relox de repeticion de bolsíllo. 31

CAP. V. Del módo de hacer la quadratúra de un relox de repeticion á la francésa con campána ó sin élla. 35

CAP. VI. Del módo de componer un relox de muéstra con perfeccion. 55

CAP. VII. Del módo de hacer nuevas ó componer las piézas que mas regularmente se rompen en un relox. 66

Del trinquéte y su muélle. idem

Los diéntes del caracól. 68

De la cuérda rota. 69

El lardón. idem

El lardón del talon de la potánza. 71

De los diéntes rotos en las ruédas. idem

**

De las diéntes rotos en los piñónes. 74
De los pivóies rotos. idem
Del ganchito del muélle de la muestra roto. 75
De las piézas soldadas con estaño. 76
Del cañon de la mano de hóras. idem
De los minutéros. idem
De la llave. 77
CAP. VIII Módo de hacer el agujéro en las muéstras de porcelána para dár cuérda. 78
CAP. IX. Del módo de componer un relox de repeticion. 79
CAP. X. Del módo de componer un relox de sobre-mesa. 84
CAP. XI. Del módo de componer un relox de péndula real. 88
CAP. XII. De los reloxes despertadores, y módo de hacerlos así de sala como de bolsíllo. 90
CAP. XIII. Del módo de hacer los reloxes de segúndos, que algunos llaman instántes. 94
CAP. XIV. Del módo de hacer los reloxes de cabecéra ó de coche. 101
CAP. XV. Que trata de varios reloxes curiosos. 107
CAP. XVI. De los reloxes de noche. 117
CAP. XVII. Diferentes calíbres de reloxes de sala. 119
CAP. XVIII. De los reloxes que tienen figúras que se menean siempre, y ótras solo

al dár la hóra ; y de algunos autores. 127
Cap. XIX. De los reloxes de sortíja, 135
Cap. XX. De algunos escápes de los que mas se usan , y ótros muy curiosos y seguros. 136
Del escápe de la ruéda catalina. idem
Del escápe del cilíndro. 138
Otro escápe álgo moderno y muy simple. 142
Escápe de embudo. 144
Escápe de áncora regular. 145
Escápe de áncora de Grahám. idem
Escápe de Amant. 149
Cap. XXI. De qué módo se toma el gruéso para hacer los piñónes. 150
Cap. XXII. Del módo de hacer los engargántes. 153
Cap. XXIII. Hacer un escápe con una ruéda catalína que esté desigual ; y módo de igualárla. 157
Cap. XXIV. Del espirál. 159
Cap. XXV. De las péndulas astronómicas. 163
Cap. XXVI. De las péndulas de equacion. 166
Tablas de la equacion del sol. 175
Explicacion de dichas tablas , y módo de arreglar los reloxes con éllas. 177
Cap. XXVII. Del módo de hacer un relox de torre de los de nueva invencion , ésto és , horizontal. 178
Cap. XXVIII. De la diferéncia que háy de

las obras inglésas á las fraancésas. 182

Cap. XXIX. Módo de hacer un relox de bolsíllo y de sala, mejor que en Fráncia ni en Inglatérra: y éste capítulo pudiera ser muy del caso, si llegáse el de establecer una fábrica de reloxería en España. 184

Cap. XXX. Secréto para saber quál és el mejor latón para hacer los reloxes marínos: y en qué consiste que algunas palétas de reloxes se cortan, y ótras nó. 189

SEGUNDA PARTE.

DE LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA POSEER Á FONDO

EL NOBLE ÁRTE DE LA RELOXERÍA.

CAPITULO I. De la Aritmética. 191
De la regla de tres. 197
De los quebrados. 200
Quebrado és la parte de un entéro ó de un total. idem
Los quebrados toman sus nombres de la cantidad de partes en que se divíde un total. 201
En un quebrado el número que está debáxo de la línea se lláma denominador, porque dá la cantidad del quebrado, haciendo conocer en quantas partes se divíde el entéro. idem
En un quebrado el número que está encíma de la raya se lláma el numerador. idem
El denominador de un quebrado vale siempre un entéro. 202
Quando el numerador és igual al denominador, vale tambien un entéro; pero si és mas chico vale ménos, y mas si fuése mayor. idem
Aunque se añáda ó se cercene el numerador, ó del denominador de un quebrado, conservará su mísmo valor, con tal que exísta la mísma proporcion entre úno y ótro, que ántes y despues de

su mudanza. idem
Resulta de lo dicho, que aunque se multiplique el numerador y el denominador por qualquier número que se quiera, el quebrado será siempre el mismo. idem
Reducir un todo en sus partes. 203
Reducir las partes á su todo. idem
Hacer que diferentes quebrados tengan un mismo denominador. 204
Mudar el denominador de un quebrado, y hacer que tenga ótro, séa el que se quiera. 206
Hallar la mayor y comun medida; ó el mayor y comun divisor de dos números dados. 207
Hallar la menor cantidad que puedan medir dos partidas dadas, 209
Reducir un quebrado á menor cantidad. 210
Reducir los quebrados de quebrados á un solo quebrado. 211
Dividir un número pequéño por ótro mayor. 212
De las partidas quadradas. 213
Del módo de formar las partidas quadradas. 216
Extraccion de la raiz quadrada. 218
Extraccion de la raiz quadrada de un quebrado. 221
De los cúbos y extraccion de sus raices. 227
Del módo de extraer la raiz cúbica de qualquier cantidad que séa con precision; yá siendo verdadero cúbo, ó yá que se aproxîme sinó lo és. 229
CAP. II. De la Algebra. 234

PROBLEMA I. *Para sumar cantidades incompléxas y reales* 237
PROBLEMA II. *Para quitar las cantidades incompléxas, las únas de las ótras, quando son ambas verdaderas.* idem
PROBLEMA III. *Sumar muchas cantidades compléxas juntas.* 238
PROBLEMA IV. *Restar una cantidad compléxa de otra complexa ó incompléxa.* 240
PROBLEMA V. *De la multiplicacion de las cantidades literales.* 241
PROBLEMA VI. *Multiplicar una cantidad compléxa por ótra.* 245
PROBLEMA VII. *Partir una cantidad incompléxa por otra complexa teniendo solo letras.* 248
PROBLEMA VIII. *Para partir quando preceden números á las letras.* 249
PROBLEMA IX. *Para dividir una cantidad compléxa por otra qualquiera.* 250
De la composicion y revolucion de las poténcias. 253
CAP. III. De la Geometría. 256
De las perpendiculares y obliquas. 260
De las paralélas. 263
Del círculo, sus líneas y cuérdas. 264
PROBLEMA I. *Dados tres púntos, con tal que no estén en una línea recta, se pide trazar un círculo que tóque á todas tres.* 265
PROBLEMA II. *Desde un punto dado como* t, *fi-*

gúra 77, *fuéra de un círculo* a e i, *tirar dos tangentes á dicho círculo, y demostrar que son iguales.* 266
De los ángulos. idem
Del módo de considerar los ángulos por los signos. 268
Del módo de medir los ángulos, cúyo extrémo no está en el céntro del círculo. 269
Proposicion fundamental. 270
De las líneas proporcionales. 271
PROBLEMA III. *Siendo dadas tres líneas* a b, c d, e f, *figúra* 90, *lámina* 7, *la quarta proporcional.* idem
Del triángulo. 273
Del quadrilátero. idem
Del módo de determinar el ángulo en el céntro; y tambien el ángulo de la figúra, y el ángulo que el rádio háce sóbre el lado de todo polígono. 275
Del módo de trazar en un círculo las figúras regulares. 276
Del módo de trazar una quarta de círculo, y el de dividirla en 90 *grados.* 277
De la medida de la superficie de las figúras rectilíneas. 278
Del círculo. 281
De la brachistocrona. 282
Del módo de trazar un espiral. idem
CAP. IV. De la Gnomónica ó Gonomónica. 284
Del módo de trazar una meridiána pequéña regu-

lar. 287
Del módo de trazar una meridiána grande horizontal. 289
Otro módo de trazar ésta mísma meridiána. 291
Otros módos de hacer la mísma meridiána. 292
De la quarta de círculo. 293
Definicion de un relox horizontal. 294
Explicacion de un relox horizontal para la latitud de Madrid. 297
Del módo de hacer un relox vertical. 299
De los reloxes orientales y occidentales. 301
CAP. V. De la Astronomía. 303
Del sol. 305
De la luna. 308
Del Aureo número y Epactas. 312
De la Letra Dominical. 315
Del Ciclo solar. 316
De la Indiccion Romana. idem
De los signos. 317
De los Planétas. 321
Distancia de los Planétas á la tiérra. 323
De las estréllas. idem
Del módo de arreglar perfectamente un relox de péndula real por las estréllas; y mayormente para hacer observaciones. 325
Del módo de poner los Planétas en un relox, y hacer que sigan su movimiento igual al de los verdaderos que están en el cielo. 330

***

Del módo de poner el giro del sol en un relox exactamente idem
Del módo de poner la Luna exâctamente en un relox. 331
Del modo de poner al Planéta Marte exâctamente en un relox. 332
Del módo de poner á Mercúrio. 333
Del módo de poner á Júpiter. 334
Del módo de poner á Vénus. idem
Del módo de poner á Satúrno. idem
CAP. VI. De la Geografía. 335
De los meridiános y paralélos. 338
De la latitud. idem
De la longitud. 340
Explicacion de los mápas. 344
Tábla de las longitudes y latitudes de los principales lugares de la tiérra. 348
CAP. VII. De la Física. 357
De los higrómetros. 361
De los barométros. 362
De los termométros. 364
Observaciones hechas con diferentes metáles. 367
Tábla de la dilatacion de los metáles. 368
CAP. VIII. De la Maquinária. 374
Definicion. 375
De la palánca. 376
Explicacion del caracól de un relox. 380
De la garrúcha ó polé a. 383

CAP. IX. De la Música. 386
Explicacion del instrumento que inventé para picar los cilíndros. 388
Módo de servirse de ésta máquina. 391
CAP. X. Del Dibúxo y otras cosas. 393

ERRATAS.

Página 3, línea 8. Thirsi *lease* Thisri: lín. 9. Maréheshuan *lease* Marcheshuan.

Pág. 4, lín. 11. ÁRABIGOS *lease* ARÁBIGOS.

Pág. 18, lín. 18. tambien rivando *lease* tambien torneando: lín. 21. líneas *lease* límas: en la misma lín. 21. todos unidos *lease* todos hundidos.

Pág. 27, lín. 11. Rob,^{t} Higgs, *lease* Robt Higgs,

Pág. 60, lín 6. cortapivóte *lease* portapivóte.

Pág. 69, lín. 14. que poner *lease* que ponen.

Pág. 101, al márgen. Lám. 1.ª *lease* Lám. 2.^{a}

Pág. 102, lín. 22. los quartos *lease* de los quartos.

Pág. 119, al márgen. Fig. 27. *lease* Fig. 37.

Pág. 188, lín. 3. tres grados *lease* 3 granos.

Pág. 189, lín. 2. en que consiste *lease* y en que consiste.

Pág. 288, lín. 6. que señalará *lease* que se señalará.

PARTE PRIMERA

DEL TRATADO GENERAL Y MATEMÁTICO

DE RELOXERÍA.

CAPÍTULO I.

Del modo que los antiguos dividían los años.

Desde los princípios buscáron los antíguos el modo de medir el tiempo. Primero repartiéron el año en doce partes que llamáron *meses*; y como al fin de cada año les sobraba, poco mas ó ménos la quarta parte de un dia, al cábo de quatro años añadían úno en el mes que llamámos de Febrero, y á aquel año le llamában *bisesto*, y de éste modo se arreglában.

Ésto duró hásta la ruina de la torre de Babel, que habiéndose esparcído los hombres por toda la tierra, no todos conserváron unas mismas reglas, solo sí los Etíopes hásta hoy dia.

Ótros pueblos contában los años segun las revoluciones de la luna, tomádas alternativamente de veinte y nueve y treinta dias.

Los Turcos y los Árabes, segun el Padre Petáu [1] en su libro *Doctrina del tiempo*, y el Padre Mariana *Historia general de España*, aseguran, que conservan hásta hoy dia éste mismo modo de contar. Y de aquí se origina que el princípio del año varía continuamente segun éllos, pues se adelanta en cada úno once dias y aún mas.

Ótros para remediar ésta variacion añadían un mes al fin de cada tercer año, para poderse hallár, en algun modo, jústos con el sol.

Y finalmente ótros contában hásta siete años, cada uno de doce meses, y al octavo le daban quince.

Principiáron el año de diferentes modos: en los tiempos mas antíguos le empezában en los equinóccios del otoño. Apoyando éste sistéma en que el Diluvio había empezado en el otoño, en cuyo tiempo Noé podía abastecer mas facilmente el arca con los repuestos necesários, así para su familia como para los animales.

Se ignora que despues haya habido mudanza alguna, hásta el tiempo en que los Israelitas saliéron de Egipto, que entónces mandó Dios se empezáse el año en el equinóccio de la primavera. *Mensis iste, vobis principium mensium: primus erit in mensibus anni.* Exod. c.12. v.2.

Las ordenanzas de Roma empezában en el princípio de la primavera.

Los años de las Olimpiádas en el solstício de verano.

Los años Juliános ántes del solstício de hibierno.

Don Pedro Rey de Aragón, que tan sin respeto llamáron el cruel, mandó en el año de 1350 se principiásen

(1) *Doctrina temporum* par le Pére Petau.

los años por Pasqua de Navidad, así lo vémos en la *Historia eclesiástica* de Fleury[1].

Suponiéndo que á algunos curiosos no les disgustará saber los nombres de los meses en algunas naciones poco conocidas, los pondré aquí, pues yo tambien lo he sido en indagárlo.

MESES JUDÁYCOS.

Thirsi.	Sehebath.	Liván.
Marésheshuan.	Adár.	Tamúz.
Casleu.	Nisán.	Ab.
Yebeth.	Ifiár.	Elúl.

MESES MACEDÓNIOS.

Dio.	Dístro.	Panémo.
Appeléo.	Xantiéo.	Lóo.
Audinéo.	Artemísio.	Gorpiéo.
Perítio.	Désio.	Myperberetéo.

MESES ETÍOPES.

Mascaám.	Tir.	Gimbát.
Tikymt.	Jacatít.	Sine.
Aydár.	Magabít.	Hamté.
Tisbas.	Magázia.	Nahase.

(1) Fleury *Hist. Ecles.* tom. XX. pag. 130.

Lozano en sus *Reyes nuevos de Toledo* pág. 244, dice, que fué el Rey Don Juan I. de Castilla quien mandó se empezáse el año désde Navidad, y que fué en el de 1383. Pero á éste autor (segun el sentir de algunos sábios) repugna creérsele en varias partes, así de dicho libro como de su *David perseguido.*

MESES GRIEGOS.

Hecatómbeon.	Pyanepsión.	Elaphebolión.
Metagitnión.	Posideón.	Munichión.
Boedromión.	Gamelión.	Thargelión.
Memacterión.	Anthesterión.	Scirrophorión.

MESES EGÍPCIOS.

Thoth.	Fibi.	Pachón.
Paophi.	Meicheir.	Auni.
Athyr.	Phamenóth.	Epíphi.
Choját.	Pharmúth.	Mesorí.

MESES ÁRABIGOS.

Muharrám.	Jamada príor.	Ramadán.
Saphar.	Jamada postérior.	Schavváll.
Rabia príor.	Rojáb.	Dulkandáh.
Rabia postérior.	Schabán.	Dulhéggia.

MESES DE RÓMULO.

Marzo.	Sextilo.
Abril.	Setiembre.
Mayo.	Octubre.
Junio.	Noviembre.
Quintilo.	Diciembre.

MESES JULIÁNOS.

Agosto.	Diciembre.	Abril.
Setiembre.	Enero.	Mayo.
Octubre.	Febrero.	Junio.
Noviembre.	Marzo.	Julio.

MESES ÁTICOS.

Gamelión.	Thargelión.	Boedromión.
Anthesterión.	Scirrophorión.	Memacterión.
Elaphebolión.	Hecatómbeon.	Pyanépsion.
Munichión.	Metagitnión.	Posideón[1].

Los Egípcios, Etíopes y Juliános empezában los años en el mes de Agosto.

Expondré aquí el orígen de los meses, sacado de varios autores.

Numa Pompílio añadió dos meses al año Romúleo, porque creyó que el sol hacía su revolucion en doce meses lunares. Llamó á éstos meses *Januarius* (Enero), y *Februarius* (Febrero). Hizo principiar el año por el primero de éstos, despues del solstício de hibierno, y le dió el nombre de *Januarius*, en honor de Jano Rey de Italia. El segundo fué inventádo en los tiempos de las purificaciones ó expiaciones, que eran unas ceremonias religiosas, que se practicában en aquel tiempo por espacio de doce dias, y le llamó *Februarius*, que significa purificar[2].

Marzo. Rómulo, fundador de Roma, dió el nombre á éste mes en memoria de su padre que se llamába Marte, y por cuyo motívo los antiguos Romanos empezában désde entónces el año.

Abril. Á éste mes le han dado muchos nombres. Cárlo Magno le llamába mes de la Pasqua. Ótros, mes de las flores. Los Holandeses mes de yerba.

(1) *Usos y costumbres de los Griegos* por Monsieur Menard.

(2) Saverien *Ciencias exâctas*, pág. 182.

Mayo tiene su orígen de Maya, Diosa de la Tierra, á la qual en éste mes los Romanos celebrában su fiesta en un templo que la estába dedicado.

Junio de Junio Bruto, Corregidor de Roma, que en prémio de sus acciones heroycas, el pueblo Romano dió á éste mes su nombre.

Julio de Julio César, en memoria de que éste Emperador nació en éste mes.

Agosto. No he podido hallar su orígen: aunque algunos le atribuyen al Emperador Augusto.

Setiembre. Los Romanos le diéron éste nombre, porque como empezában el año en el mes de Marzo, era para éllos Setiembre el sétimo mes.

Lo mismo sucedía con *Octubre* por ser el octavo: con *Noviembre* por ser el noveno; y *Diciembre* que era el décimo y último. Pues como queda dicho los años Romulános no tenían mas que diez meses. Véase el *Diccionario de Matemática y Física de Saverien*[1].

Despues dividiéron la revolucion entera del sol en quatro partes. La primera désde el ponerse el sol hásta média noche: la segunda de média noche hásta el salir del sol: de aquí al médio dia la tercera; y la quarta de médio dia hásta ponerse el sol. Así lo asegura Escalígero *de emmendatione temporum*.

Los Orientales dividen actualmente el dia del mismo modo.

Otros le repartían solamente en noche y dia. Y los Egípcios dividían cada úna de éstas dos partes en ótra

(1) *Dictionnaire universel de Mathem. et de Phisiq.*

doce iguales, á las quales llamában horas. *Macrobio* dice que éste término *hora* viene de *horus*, cuyo nombre los Egípcios dában al sol.

En el primer parage que en la Sagrada Escritura se lée el término de horas yá distinguidas por las veinte y quatro partes del dia, es en el libro de Tobias, cap. 12, v. 22, *Prostrati per horas tres*. Tobias vivía durante el cautiverio de Babilónia en el año del mundo 3299.

Los Judíos contaban doce horas consecutivas désde que se ponía el sol hásta que salía, y ótras doce despues de salido hásta que se ponía; y por consiguiente éstas horas eran muy desiguales, sinó en los equinóccios, ó en los países que están báxo la línea equinoccial.

Los Babilónios contában veinte y quatro horas consecutívas, empezándo désde el salir del sol hásta el salir del dia siguiente.

Los Italianos cuentan tambien veinte y quatro horas seguídas; pero al revés de los Babilónios, pues empiezan á contar désde que se pone el sol hásta que se pone al ótro dia.

CAPÍTULO II.

Del orígen y princípio que tuviéron los reloxes.

Por todo el mundo y en todos tiempos se buscáron modos, aunque distíntos, para medir el discurso del dia y de la noche. El relox de sol de Ajaz, Rey de Judéa[1],

(1) El Reverendísimo Padre Alexandro, autor Frances, pone Ajaz ó Achaz por los años de 3263; pero Uría en su *Historia de Sucesos memorables del mundo*, tom. III, pag. 80, pone á Achaz por los años de

que vivía por los años del mundo de 3263, és el mas antíguo de que se tiene notícia, pues era anterior á la cautividad de Babilónia, sucedida en el año de 3299, y aunque no se háce mencion en él de horas y solo sí de líneas, hay aparencias que éstas señalaban las horas y las médias. Prueba de ésto, que hay observaciones astronómicas que señalában los eclipses sucedidos ántes de éste tiempo.

Los Griegos y los Romanos le medían, ó por los reloxes de sol, ó por los de agua. Los de sol son invencion de Anaxîmenes, discípulo de Anaxîmándro. Los de agua son mucho mas modernos, pues son de la de Scipion Náxica, 150 años ántes de la Encarnacion del Señor, segun Plinio, ó de *Ctisibius* segun *Vitrúvio*.

Dicho relox de Achaz, el de *Dionísio*, que Plutarco alaba mucho en la vida de Dión (aunque tambien parece era de sol), y el de Sapór que Cardáno dice que el Rey se sentába dentro, y veía salir el sol, pasan por los tres primeros reloxes del mundo, ó á lo ménos conocidos por su mayor antigüedad.

Asunto ha sido que ha interesado á muchos curiosos el saber si en aquellos tiempos había el úso de ruedas con dientes. Y las conjeturas motívan á creér que sí, pues la famosa Esféra de Archîmédes, que vivía 200 años ántes de nuestro Señor Jesuchristo, y la de Posidónio 80 años despues: es preciso fuesen máquinas que se moviesen á la mano, yá que no estaba en práctica el úso

3277. Algunos sugetos han leído éste capítulo ántes de imprimirlo, y decían Achab por Achaz (pareciéndoles que yo estába equivocado), confundiendo un Rey con ótro, pues Achab fué anterior, y vivía por los años de 3092; así lo cita dicho Uría en el mismo como pag. 19.

de los reloxes con dichas ruedas. Y aunque en algunos de agua las ponían, no éllas, sino ésta era la que medía el tiempo. Y en Atenas solo llevában unas pequeñas Esféras de bolsíllo, que servían al modo de los anillos Astronómicos.

Tambien eran reloxes de agua los de Casiodoro, que Teodorico [1] envió á *Gondebault*, Rey de Borgoña, en el año de 490; y el que Aaron, Rey de Persia, envió á Cárlo Magno [2] en el año de 809, como asimismo el de *Pacificus*, Arcediano de Verona en el mismo siglo.

El relox del Reverendísimo Padre Gerbérto (quien llegó á ser Pontífice con el nombre de Silvestre II.) que lo executó en Magdeburgo, y que fué úno de los mas famosos del mundo, por haber sido su Santidad gran Matemático, era tambien relox de sol [3].

En el *Epitome Conrardi Gesneri*, *pag.* 604 [4] dice que el primer relox, de que en las historias se hacía mencion, y que parece haber sido construido al modo de los que usámos en el dia, és el de *Ricardo Walingfort*, Abad de Inglatérra, que vivía en el año de 1326.

El segundo és el que Santiago Dondis mandó hacer en Padua el año 1344, el qual demostrába el cúrso del sol y el de los Planetas.

El tercero és el de Palacio en Paris, fabricado el año 1370 por Henrique de Vic, segun *Moreri* [5].

(1) *Annales de Bourgogne.*
(2) Gaguin lib. III, *sur la fin de l'Histoire de Charlemagne.*
(3) Esto sucedió por los años de 996. *Ditmarus in Magdeburgensi.*
(4) *Le Paute.*
(5) *Dictionnaire de Moreri*; y tambien segun *Froissart* tom. II.

Froissart alaba mucho el quarto relox, que es el que el Duque de Borgoña mandó quitar de Courtrai, y que se pusiese en la torre de la Iglesia de nuestra Señora en Dijón el año de 1382.

Henrique II., Rey de Francia, mandó hacer el de Anet, en el qual muchos perros corrían ladrando detrás de un venado, y éste con los pies daba las horas.

Por éste tiempo aseguran que se hizo el relox que está puesto en la Giralda de Sevilla.

El célebre relox de Strasburgo es mas moderno.

Tambien por entónces hiciéron el famoso relox de Leon de Francia, en el que los dias y las noches estában repartidos y demostrados con exâctitud durante todo el año, no obstante su desigualdad, el de Lunden en Suecia, el de Medina del Campo, el de Ausburgo, el de Lieja, y el de Venecia.

De todos modos no puedo ménos de creér que la reloxería haya tenido su primer orígen en Alemánia, pues nadie nos asegura que *Walingfort* en el primer relox arriba citado, no haya estudiado éste árte en dicho pais. Todas las Naciones se particularizan en alguna cosa; y los Alemánes nacen con un talento especial para la inventiva: poseén (casi sin estudiar) la *Maquinária*. De mi mismo sentir fué *Derham*, de nacion Inglés, y hábil Reloxero y Matemático en su tratado intitulado *The Artificial Lokmaker*, pues quiere que el inventor de los reloxes sea Regiomontano, aunque no me parece jústo su dictámen, pues éste vivió hácia último de los años 1400, y por consiguiente es posterior á los primeros reloxes arriba citados.

Todas las conjeturas hacen creér que los reloxes empezáron de éste modo: conocida una vez la utilidad de las ruedas con dientes, y las revoluciones que producen, lo mas estába hecho; pues supongámos úna rueda de 60 dientes, y ótra que tenga la mitad de su diámetro y 30 dientes, ésta dará dos vueltas, ínterin la grande dá una, pues dos veces 30 son 60. Si en lugar de dicha rueda de 30 se le pusiese ótra pequeña que llamámos *piñon*, que solo tenga 6 dientes, con la proporcion correspondiente á su diámetro (lo qual mas adelánte se explicará por menor), claro está que éste piñon dará 10 vueltas ínterin la primera úna.

Báxo de éste supuesto, y pasándo adelante con el deséo de hacer un relox, ya llegáron á poner cantidad de ruedas y piñones, de modo que el último daba, digámoslo así, un sin fin de vueltas, miéntras la primera daba úna, y por consiguiente como la pesa que hacía andár éste conjunto de ruedas tardába bastánte en baxár al suelo, ya tenían alguna porcion de tiempo (aunque corta) determinado.

Puestas despues dos alas ó palas en el último piñon, para que la resisténcia que hiciesen con el ayre obligáse á ir mas despacio ésta máquina, ya tenían mayor parte de tiempo señalado.

Por último discurriéron el poner en lugar de éstas dos alas una rueda con dientes, que la misma experiencia les enseñó debían ser puntiagudos, y que éstos pegásen contra dos palas puestas en una varíta, y al cábo de ésta alguna cosa pesada pero en equilíbrio, pues yá conocían la estática. Y éste fué el gran pensamiento, de cuyas re-

sultas tenemos reloxes hoy dia. Porque dicha varíta con sus dos palas, habiendo hecho el efecto de las que actualmente llamámos *palétas* en un relox, y su péso equilibrado el *volánte*; que éste juego de ruedas y vára con palétas, és lo que en éstos tiempos llamámos el *escápe*. Aunque entónces no se fabricásen con la actual perfeccion, ya consiguiéron tener un relox. Verdad es que al princípio solo tenían éstos cuerda para seis horas; pero no les fué difícil ponerlos para doce, duplicando las garrúchas. El relox que hay, en el año que escríbo éste libro, en la Catedral de Toledo, és de ésta clase.

En ótro inconveniente se halláron tambien, y fué el que como dicho escápe estába, aunque muy bien discurrído, mal executado, no podía andar con muchas ruedas; y así solo pusiéron á éste relox y sus semejantes únicamente dos: úna que és la que lleva el péso, y la ótra que és la del escápe. Por cuyo motivo tenían cuerda para tan poco tiempo; y aún necesitában de mucho péso, como lo acredíta dicho relox de Toledo, que tambien es úno de los primeros que se hiciéron.

Es notório que los hombres buscan diversos modos para ganar el susténto, y si ser puede, con él tambien honra. No fué poca la que consiguiéron con la reloxería, mayormente en los países en donde el trabajar no se tiene á deshonra, ni la reloxería es ofício: de lo qual resultó, que de los reloxes de torre, proporcionando ruedas, piñones, y el tiempo que tárda en baxar la cuerda, se consiguió el tenerlos de sala; pero aun durába la falta de no tener cuerda mas que para las dichas doce horas.

De aquí pasáron á ponerlos de campána que solo tocá-

ban las horas. Despues yá se adelantó hásta ponerlos quartos, dias de mes, meses, y ótras muchas curiosidádes.

Finalmente yá los reduxéron á reloxes de bolsíllo. Ésta perfeccion se le debe al Doctor *Hook*, en Inglatérra, el año de 1670, aunque á éstos por entónces los pusiéron ótro género de escápes.

En el de 1676 *Barloud*, reloxero en Lóndres, fué el primer autor de los reloxes de sobre-mesa, con la particularidad que desde luego éstos fuéron de repeticion: asunto que maravilló á todos los reloxeros de aquel pais, y les estimuló á que hiciesen cantidad de éllos, aunque cada úno los construía distintamente y segun la idéa. El que mejor salió con élla, y que fué mas aplaudído ha sido *Quare*, por haberse hallado su obra ménos complicada y de mejor fábrica, que és el asunto que tanto encárgan siempre las Academias. Dicho *Barloud* mas adelante púso la invencion de la repeticion á los reloxes de faltriquéra; y el célebre *Tómpion* fué el que executó el primero de éstos. No pongo el prémio que éste hábil consiguió, por ser tan grande que parecería sospechoso; pero el curioso que lo quisiere saber podrá satisfacerse exâminando los libros mas curiosos de éste árte, traducidos en Francés.

Llegada la reloxería á éste punto, todo lo demás fué despues todo lo de ménos. Y sin tanto trabájo como el que se necesitó para hallar el escápe, inventáron con el auxílio de las Matemáticas, los reloxes que llamámos *péndolas de equacion*, los *de música* y despertadores: y en los de bolsíllo los de *quatro partes*, que son muestra, campána de por sí misma, repeticion y despertador. Aunque de ésta cláse hay pocos, porque cuestan mas, ó por-

que se yo qué; y por remate los reloxes de sortija. Y sin embargo que de ésta espécie no ha llegado á mi notícia el que se hayan visto con repeticion hásta el año pasado de 78, ofrecí á personas respetables hacerlo en el de 1761, lo qual no pudo tener efecto, por habérseme mandado trabajár en ótra máquina no ménos dificultosa.

Diré de paso una cosa particular que sucede en Ginebra, y es, que viendo yo que las mugeres son las que hacen los minutéros, las cuerdas ó cadenítas, y sus ganchítos; las que dóran y púlen las piezas de los reloxes de bolsíllo &c.: y preguntándo ¿si no trabajában tambien de reloxería? me respondiéron que se las estába rigorosamente prohibído, porque sobrepujarían á los hombres en habilidad, con la mucha paciencia que tienen, á lo que se seguiría el detriménto de dár las obras mas baratas, y destruirían éste comércio; en lugar que trabajándo en las cosas referidas, contribuyen en mucha parte á su auménto, y éllas se mantienen con decéncia.

CAPÍTULO III.

Del modo de hacer un relox de bolsíllo, y explicacion de todas sus piezas.

El hacer el calíbre ó el plan de un relox es la cosa mas difícil de todo él. Por lo que aún muy buenos oficiales en los países extrangeros buscan calíbres ya experimentados (ésto es, sobre los quales se hayan hecho reloxes) para hacer sus movimientos en blanco, que así se llaman, quando todas las piezas del relox están hechas, y por acabar.

Esto supuesto, digo que la figúra 1.ª, lámina 1.ª es el calíbre de un relox. En él se representa á un mismo tiempo la platína de los piláres, que así se llama la mayor de las dos platínas; *b* es el plan del cúbo ó tambor, y *f* el plan del caracól, á quien el muelle real que está metido déntro del cúbo tira y háce dár vueltas, impelido de su elasticidad, mediante la cuerda que engáncha por el un extrémo al caracól, y por el ótro á dicho cúbo. Lám. 1.ª Fig. 1.ª

El caracól *f* lléva una rueda, que regularmente tiene 48 dientes, ésta engrána ó engargánta en un piñon de 12 dientes, puesto en el céntro del calíbre, y es quien lléva la rueda de minútos *g*, de modo que ésta dá quatro vueltas, ínterin la del caracól dá una, porque 4 veces 12 son 48. Dicha rueda *g* tarda una hora en dár una vuelta, y su varíta traspása la platína, lléva el cañon de minútos, y éste el minutéro.

Dicha rueda *g* ó de minútos (que así se llama en todos los reloxes) tiene 54 dientes, y engargánta en un piñon de 6, que lléva la tercera rueda *p*, y por consiguiente ésta dá 9 vueltas en una hora, pues 6 veces 9 son 54. Dicha tercera rueda *p* tiene 48 dientes, y engargánta en el piñon de 6, de la rueda de cánto *c*, y por la razon dicha ésta dará 8 vueltas por una de la tercera, y 72 por una de la rueda de minútos.

La rueda de cánto *c* es de 48 dientes, y engargánta en el piñon de la rueda catalina *o* que tambien es de 6 dientes, y dá ótras 8 vueltas por una de la rueda *c*. Ahora multiplicando éstas 8 vueltas por las 72 de la rueda de cánto *c*, se vé que dá 576 vueltas por una de la de minútos.

Finalmente la rueda catalina *o* tiene 15 dientes, que

báten contra las dos palétas del volante *a*: cada diente de dicha rueda *o* háce dos batimientos ó vibraciónes: úna quando despíde al volánte, y ótra quando el volánte és traído por el espiral. Con que digo: 2 por 15 son 30, y multiplicados éstos por 576 salen 17,280 vibraciónes que éste relox báte en una hora. Mas adelánte daré el modo de hacer éste escápe.

Todas éstas ruedas referidas se vén de perfíl en la figúra 5.ª con las mísmas letras.

Para hacer un relox, supongo que el lector sabe forjar que llamámos: que es batir el laton muy plano y por igual, sin dár algun golpe en él, que señále la orilla de la boca del martíllo.

Primeramente se escóge un calíbre, cuyo diámetro dé de sí un relox del tamáño que se quiere hacer. Se puede empezar cortando el laton necesário, y batiéndolo bien para hacer todas las piezas, que han de ser de éste metal, y sobre todo las platínas y ruedas, hásta que estén prontas á torneárse. Luego se torneará la platína grande, que és la que lleva los piláres. Despues, del lado que se quiere clavar éstos, se pone el calíbre, metiendo un árbol de torneár, que páse en el agujero, que está en su céntro, y asimismo en el de la platína. Puesto así se sujetan platína y calíbre con unas tenacíllas de tornílllo. Despues se pasan (con taládros distintos en el tamáño) todos los agujeros que están en el calíbre, lo que estándo hécho, se quita éste, y se traza sobre dicha platína grande el tamáño y parage donde ha de estár la chica; cuyo círculo és del cánto de un realito todo alrededor mas chico que la grande. Y el parage és (no en el céntro de la grande); sinó

que llégue á orilla de élla, del lado del cúbo, y que por consiguiente le fálte el cánto de dos realitos para llegar á la ótra orilla. Despues se tornéa dicha platína chica, se pone en el lugar señalado, se sujeta á la grande con dichas tenacíllas, y se pasan en élla los agujéros, que están yá héchos en la grande. Ahora sin quitar las tenacíllas se agrándan algun poco los quatro agujéros de los piláres con un buen escariador, para en cáso que al taladrárlos hayan salido algo torcidos.

Despues se tornéan los piláres, segun la altúra que regularmente estará señalada en el calíbre. Se acaban de agrandar los agujéros, para que éntren sus pivótes. Se adúce la platína grande con uñas piedras de agua, á fin de quitar las rayas, y que esté pronta para dorarla. Se clavan dichos piláres: y ésto llaman por allá montar la jáula.

Despues se tornéan todas las ruedas, del tamáño y grueso que han de tener, y se las ábren los dientes en la pantómetra ó plataforma. Hécho ésto, se redondéan ó voltéan cinco dientes de la rueda grande, ó rueda de caracól, para tomar el grueso del piñon de 12 de la rueda de minútos. Cuyos gruesos de piñones en ótro capítulo se tratará del modo que se toman, para saber el que han de tener generalmente en qualquiera relox ó máquina que séa.

Explicaré como se háce el piñon de 12, pues del mismo modo se hacen todos los demás piñones de la relojería, mas largos ó mas cortos, mas chicos ó mas grandes, con rueda ó sin élla.

Se toma, pues, *acéro tirado*, que llaman, ó acéro de piñones, del grueso que ha de tener el que se vá á ha-

cer, cuyo diámetro se tóma con el calíbre de piñones, lá-
Lam. 9ª mina 9.ª, figúra 51.ª Se desvásta de un lado úna varíta,
Fig. 51ª y del ótro ótra, dexándo la primera del álto de la jáula, no contándo lo que ha de ser piñon; y del ótro algo mas larga, dexándo en médio el piñon, de un dóble mas ánchо que el grueso de la rueda grande. Se háce despues á cada extrémo su punta, lo mas redonda que ser pueda: y despues se pone en la vára mas larga una garrúcha ó poléa, y se planta en el torno. Luego se exâmína con un lápiz puntiagudo si tornéa el piñon redondo, y como regularmente no lo háce, se aplica el lápiz, y en los dientes que quedan señalados será el parage donde levánta el piñon. Éste se pone redondo dando con el martíllo encima de úna ú ótra varíta. Y redondo que séa (que ésto no se háce tan aprisa; y ésta operacion és menester repetirla muchas veces hásta que lo esté) se tornéa la fachada del piñon del lado de la vára chica, no solo derecha, sí tambien rivando ó comiendo del piñon, para que quede una portéa (que para hablar mas claro es un escalón) á raíz de los dientes, para poder luego al pasar las líneas, conocer si quédan todos unídos igualmente. Del ótro lado se tornéa de modo que ha de quedar un asiento ó rivadúra para clavar allí la rueda. Y delante de ésta en igual de torneárla plana, ha de torneárse cóncava.

Despues si el acéro no está perfectamente del grueso necesário, se tornéa encima de los dientes, lo precíso para que lo esté; y luego se pasa la lima de flanquear con cuidado, que páse bien derecha, y que los dientes quéden iguales, sin que haya úno mas delgado, ni mas grueso que los ótros. Despues que están todos flanqueádos en el grueso

correspondiente, se pasa la lima de igualar, para que en el suelo que hay éntre únos y ótros al pié del diente, quéde bien plano, y limpios los rincones de dichos dientes. En ésto estríva el gústo de los artífices, pues aunque dicha lima de igualar no se pasára, y que el suelo quedáse feo, el relox andaría igualmente bien; y así digo que á veces es menester pasar dos y tres límas de igualar para que el piñon quéde gracioso.

Despues se redondéan los dientes, procurando lo quéden perfectamente tanto de un lado como de ótro, y álgo puntiagúdos ántes que rómos, como mas adelante se explicará. Hecho ésto se témpla el piñon: únos al templárle lo échan en agua, ótros en sébo, y ótros en aceyte (éste es el mejor), y se ha de procurar que cáiga de punta. Despues se saca, se límpia con un lienzo, se míra con la orílla ó esquína de una lima dulce vieja si está templado, pues si la lima gásta el piñon no lo está, y si no le lima sí, y estándolo (que de no se vuelve á templar de nuevo), se blanquéa con pomez sobre un corcho puesto en el tornillo, y luego sobre un revenidór de hoja de lata se pavóna azul. Despues se vuelve á poner la garrúcha, y vér si está redondo, si no lo está, y és poca la diferéncia, se remedia limando úna ú ótra punta hásta que esté redondo. Si es mucha, se pondrá redondo, dándole en la parte cóncava de una de las varítas con un martíllo cortante, y puesto para éste fin el piñon sobre la bigornia; pero caso de hacer ésta segunda operacion, se volverá á pavonar de nuevo.

Despues se le cortan las puntas, torneándolas al torno; y luego se toma un palito de *box*, al que se líma dándole la misma figura que tiene una líma de flanquear, y que én-

tre jústo en los dientes del piñon. Con piedra de aceyte desleída se adúce dicho piñon. Con el revés de dicho pálo se adúce tambien encima de los dientes, y el todo hásta que no téngan ráya alguna ni negro del templádo, y que quéde de un aducído médio pulído. Despues se límpia bien el piñon, y el mismo pálo, y con potéa ó encarnado de Inglatérra se púle el piñon, que se conocerá estárlo, quando el pálo váya quedando séco y álgo reluciente.

Despues se tornéa para mayor seguridad algun poco la rivadúra, y se cláva la rueda. Despues se forma ótro escalón de éste lado, como el de delante, aunque algo mas chico, y dexándole del grueso de un náype, mas álto que la rueda, se vuelve á torneár la vára, y luego se adúce, y no toda se púle, sinó úna parte de élla, del lado del escalón ó portéa, y tambien ésta. Despues se háce entrar ésta vára en la platína grande, agrandándo el agujéro del céntro, y que no quéde éntre la rueda y la platína sinó el preciso hueco, para que la rueda no arrástre sobre élla(1). Despues se tóma désde éste agujéro la altúra que hay hásta la platína: se señala con el calíbre de piñones désde la portéa que está pulída, hásta lo restante de la vára chica; y désde aquella señal se sacará el pivóte. Ántes de hacer ésto, se recúla algo del piñon, dexándole que solo ténga de mas álto que el grueso de la rueda, el valor del hueco que ha de haber éntre la súya y la del caracól. Des-

(1) Si el relox és á la francésa, se háce una cavadura en la platína con un taládro que hay para éste fin redondo y en forma de escóplo, de que résulta que dicha portéa puede quedar mas álta, y que por mucho que se adúzca despues la platína grande, conserva siempre el piñon su misma altúra en jáula.

pues se vuelve á torneár dicha varíta, dexándola cási del grueso que se quiere que tenga. Y luego se tornéa cóncavo aquel terreno, que hay désde élla hásta los pies de los dientes del piñon, dexando al pié de éstos un filetíto cási imperceptible. Y cuidado que allí és donde se conocerá si el piñon está flanqueado con igualdad. Despues, dexando ótro escalon del cánto de un náype, se finaliza de torneár dicha varíta para que quéde curiosa. Despues se pone úna garrúcha sobre ésta, y se quita la ótra: se méte dicha rueda en la platína, y se señala una rayíta del ótro lado, poco ménos que á raiz de la platína, para acabar de torneár desde élla dicha vára, pues és la que lleva el cañon de minútos: en estándolo, se adúce tambien, y se vuelve á poner sobre élla ótra garrúcha: se quita la ótra, y se háce el pivóte del grueso conveniente, bien cilíndrico, bien pulído, y su portéa tambien bien plána y brillante. Tocante á la fachada del piñon, no se púle hásta que todas las piezas están hechas. Y con ésto ya queda explicado el cómo se háce un piñon de 12.

Para hacer el caracól, se tóma un pedazo de acéro, algo mas largo que lo que está actualmente el piñon de 12: se líma en seis plános iguales. Si se quiere que el gáncho éntre en rosca (se hace ésta), se témpla, se pavóna, y se cortan las puntas al tórno. Despues se tóma un pedazo de latón, se forja, y dá poco mas ó ménos la figúra que ha de tener, y en un agujéro que se le háce en el céntro, se cláva á golpe de martíllo dicho acéro. Despues se le pone el gáncho, únos le hacen en rosca como quéda dicho: ótros le sueldan, y ótros le ponen con un tornillíto (el primer método es el mejor). Luego se le ajústa la rueda y

su gota ó viróla por debaxo de élla, y se le hacen los dos pivótes. Si es á la inglesa, dexando el grueso para hacerle el quadrado para la llave del lado de la platína chica: y si á la francesa del de la grande.

Si yo escribiera éste Tratado mas largamente, me detuviera en cáda pieza ótro tanto á proporcion, como en el piñon de 12. Pero ni su extension lo permite, ni tampoco quiero hacer á mi lector tan atrasado, que su penetracion no súpla con facilidad lo que suprímo.

Despues se hará el trinquéte y su muelle. Debe el caracól tener un interválo ó hueco (lo regular), éntre su gáncho y la platína chica: y ótro mayor que éste éntre su rueda y la de minútos. Despues se háce el tópe ó guardacadena con su muelle.

Prevéngo que todas las ruedas deben hallárse perfectamente derechas con sus piñones en la jáula, y si no lo están, ponerlas encasquillándo todos los agujéros, mayormente al acabar el relox.

Para hacer el cúbo ó tambor se toma latón, el que despues de batído, cási ha de poder entrar éntre la platína y la rueda grande. Se tornéa despues sobre un árbol, se le háce éste y la tapa; y metido en jáula, ha de tener un buen hueco éntre él y la platína chica, y lo mismo éntre él y la rueda grande. El pivóte de abaxo se dexa mas grueso, para ponerle el roquéte *a*, figúra 4.ª, lámina 1.ª Ótros le ponen tornéllo sin fin ó perpétuo, pero ésta móda empieza ya á pasar, aún en los reloxes áltos, tal vez por ser buena. Dicho tambor debe estár torneado cilindricamente: y los que le dexan mas áncho de abaxo que de arriba, para que no se cáiga la cuerda, son gente sin experiencia. El

Lam. 1ª Fig. 4ª

árbol ha de tener de grueso la tercera parte del diámetro interior del cúbo; y aunque en mis reloxes soy mas partidario Inglés que Francés, digo que és una chapucería el soldar el suelo del tambor.

Despues se hará la potánza. Forjado que séa el latón, y limado el pláno, que se ha de sentar sobre la platína, ha de entrar cási éntre la rueda de minútos y la platína chica. Pero para hacer ésta pieza, falta primero observar, que al haber señalado todos los agujéros del calíbre, se habrá tambien hecho ótro *e*, figúra 2.ª, cérca del céntro de la platína. Éste estará tambien hécho en la chica, y le llaman el agujéro del volánte, en ésta platína, figúra 2.ª, lámina 1.ª vista por la parte de adentro, se tirará la línea *s s* al lado derecho del agujéro de la rueda de cánto, y que páse por médio del agujéro *e* del volánte: désde éste se señalarán á igual distáncia dos puntos *s s*, y désde éllos se señalarán con el compas los ótros dos *t t*, á la distáncia que se quiera: désde éstos se tirará la línea *t t*, que es donde debe ponerse la potánza. Pero es de advertir, que ésta lleva un talon y un codíllo ó nariz. Con que se señalará la ventana *r r r r*, y se pondrá el pedazo de latón á igual de la línea *v r r v*. Se le pondrán luego los piés, los que entrarán justos en la platína; puesta en élla, y ésta en la grande, désde ésta ótra se señalará el agujéro del volánte, en la que ha de ser potánza. Despues se limará ésta para que páse el tambor ó cúbo con su cuerda: luego se quitará lo sobrante desde *r e r*, hásta el agujéro de la rueda de minútos, y se la hará pasar el piñon de ésta. Del ótro lado tambien se limará toda la parte que representa *r r t*. Luego se pondrá el tornillo,

Lam. 1.ª Fig. 2.ª

y quedará la potánza formada, y ahora se acabará de hacer pasar el piñon de 12 con libertad.

Despues se agrandará el agujero del volánte de la platína chica, y con el mismo taládro se pasará la potánza, hásta llegar cerca de lo que ha de ser talón. Despues se forma la nariz: y para saber dónde ha de estár el agujero del lardón, se háce la operacion siguiente.

Se ábre la ventána *r r r r*, se háce una ruedecíta lisa, llana y delgada: y aplicada ésta contra la naríz, de modo que de un lado descánse en el talón, y del ótro en el pláno de qualquier cosa plána, que se aplica por detrás de la platína (que éste debe ser el diámetro ó lo grande de dicha rueda), entónces désde el agujeríto de la rueda se señala en la naríz ótro, y aquél será el del lardón. Quando se haga éste, se observará que dicho agujéro qué-de siempre á la misma altúra, para cuyo efecto hay un instrumento que no pongo por ser muy conocido.

Sobre la línea *s s* del lado del agujéro *y*, se señalará la contrapotánza á la distáncia que se quiera, con tal de que élla y el porta-pivóte no estórven á la rueda de cánto.

El porta-pivóte debe tener su agujéro, que cayga perpendicular sobre dicha línea, y á la altura del del lardón.

Para la tercera rueda se háce primero el piñon con su platíllo, soldado ántes de templarle: y despues de clavada la rueda, se háce el pivóte de arriba, atendiendo á que dicha rueda no estórve al pasar el gáncho del caracól, ántes bien que haya un buen hueco, entre él y élla. Despues se tóma la altúra de la jáula, y sí hay un puente hásta él; si sobra del piñon se le ha de haber acortado

ántes de hacer dicho pivóte; y si no sobra, se háce el pivóte de abaxo.

Para la rueda de cánto se háce tambien el piñon con su platíilo y se clava la rueda: pero para hacer el pivóte de arriba, pide una operacion mas cuidadosa que en los demás; pues depende de tomar su altura, el que dicha rueda quede de engargánte con el piñon de la catalina. Para ésto se tiene un instrumento, figúra 3.ª, lámina 1.ª, el qual se pone encima de la platína, cuyo horizonte es *a a*, arrimado á la potánza, y debaxo del talón *u* se ha de vér el agujero del lardón, como se demuestra en *e*, para ésto se sube ó se baxa la planchíta *u* por médio del tornillo *f*, y no solo se ha de vér dicho agujero, sino que ha de haber éntre él y el talón *u* aquel hueco necesário que se contémple para que la rueda quéde de engargánte con el piñon de la catalina. Lám. 1.ª Fig. 3.ª

Despues se empieza á hacer el pivóte de arriba, y se ha de observar que poniendo dicho instrumento encima de los dientes de la rueda, que la portéa ó descánso del pivóte tóque al talón *u* de dicho instrumento, para lo qual se vá reculándo de dicha portéa poco á poco hásta conseguirlo. Despues se acaba el pivóte, se tóma la altura de la jáula, y se háce el de abaxo.

Para la rueda catalina poco tenemos que hacer: supongo hechos el lardón, la contrapotánza y el porta-pivóte: se háce el piñon y el pivóte para el lardón: se clava la rueda: se vuelve á torneár ésta algun poco despues de clavada, para que quede perfectamente redonda y derecha: se la ábren los dientes; y se háce el ótro pivóte, tomando para éllo algo ménos de la distancia que hay dés-

de el lardón hásta el porta-pivóte. Prevéngo que solo debe entrar la mitad de éste pivóte de atrás en dicho porta-pivóte.

Para hacer las palétas se ha de tener gran esméro con el acéro, y cuidado el que se elige, pues aunque nos tráen barrétas de Inglatérra correspondientes para éllas, suele estár pajoso, y no valer cosa. Yo no he hallado ótro arbítrio, que el de comprar acéro tirado para piñones de á 12, y la barréta que, rompiéndola por médio, descúbre el grano fino é igual, la consérvo destinadamente para hacer palétas. Desvastándolas, pues, de éste acéro, se observará, que sentada la paléta de abaxo sobre el talón de la potánza, sobresálga la paléta de arriba un si és no és por encima de la platína; y éntre las dos se líma úna y ótra, de modo que no puedan tropezar con la nariz de la potánza: pero entónces la paléta chica no ha de descansar yá en dicho talón. Despues se acaban de limar observando que estén (y sobre todo despues de templadas) algo mas abiertas que la esquadra. Algunos se explican diciendo, que en lugar de estár abiertas á los 90 grados, lo estén á los 95, y aún hay autor que quiere deban estárlo á los 100 [1]. Cada pala de por sí, no estará mas entallada que hásta la mitad del cuerpecíto de éllas: despues se suelda el platíllo y se templan: para bien ser se han de dexar así hásta que esté hecho el regístro.

Luego se hará éste: és muy indiferénte que esté á la izquierda ó á la derecha del gallúzo, siendo el relox á la inglesa.

Hay sobre el asunto de ésta pieza distintos pareceres.

(1) Berthoud.

Los Ingleses, y sobre todo en los reloxes antíguos, quieren que la rueda de éste, séa lo posible mas chica, y el rastrillo por la contraria, lo mas grande que ser pueda: de módo que éste suele tener vez y média ó dos veces el número de dientes que la rueda. Al revés son los Franceses que ponen una rueda bastánte grande, y un rastrillo que apénas permite hacer dár á dicha rueda la mitad ó poco mas de sus dientes. Escogiendo éntre únos y ótros un buen médio, me inclíno á aquellos, cuya rueda apénas puede acabar de dár su vuelta entera, como son los reloxes de *Ellicott*, *Rob.t*, *Higgs*, *Mudge* &c. Porque si una rueda grande permite dár poco registro és chasco, por lo que puede suceder en mil ocasiones, como supongámos yéndo de viage, que un relox haga de diferencia un quarto de hora, y que no alcánce el regístro arriba de 10 minútos. Y si és la rueda chica, y el rastrillo grande como en algunos reloxes, que se puede adelantar aunque séa hásta hora y média, tambien es malo, porque el escápe desiguala, y está expuesto el relox á parárse.

Hecho que séa el regístro (aunque sin acabar) se ajústa el volánte sin clavárle al platillo, y se pone el gallúzo: luego se mira si hay un hueco proporcionado éntre el regístro y el volánte, y éntre éste y el gallúzo; si no lo hay se remedia, yá séa baxándo el platillo del volánte, cáso que haya mucho hueco éntre éste y el regístro, y poco de él al gallúzo, yá séa limando de éste, cáso que haya poco éntre él y el volánte.

Despues se le pone al gallúzo sus dos pies y el tornillo, y se hacen los pivótes á las palétas: se clava el volánte, y finalmente se acaba el regístro. Para colocar

éste perfectamente, se le ha de haber dado en el torno una línea algo mayor que el volánte, y ajustádo que esté dicho regístro contra el gallúzo, ha de vérse dicha línea perfectamente alrededor de él.

Despues se ponen los tornillos, se le háce el rastrillo, la rueda y la roséta ó muestrecíta de plata: ésta si que es bueno séa algo grande, mayormente para los sugetos que tienen la vista córta.

Tocante á la minutería tiene poquísimo que explicar por lo fácil que és. Si el relox es á la Inglesa, se le hace la falsa-placa para poner la muestra. Si es á la Francesa no lo necesita, porque se pone sobre la misma platína. El cañon de minútos ha de entrar bien jústo en la vára del piñon de la rueda de éste nombre. La rueda siguiente *b*, figúra 4.ª, lámina 1.ª, se puede colocar donde se quiera, con tal que no tropiece con el roquéte del cúbo ó con alguna ótra cosa. El piñon *c* de ésta ha de llegar hásta cerca de la muestra, pero que tenga holgúra: ésto se conoce facilmente, porque al acabárlo de poner de altúra, se le únta con un poquíto del lodo que tiene la piedra de aceyte de los buríles, y luego se pone la muestra: claro está que en ésta quedará estampado dicho lodo: despues se vá reculándo de la fachada de dicho piñon (puesto en el torno) hásta que el lodo no le señále.

Lám. 1ª Fig. 4ª

La rueda de mano *d* (dicha figúra 4.ª) ha de tener su cañon algo líbre, un poco de juego éntre él y la muestra, y la mano de horas bien ajustada.

El muelle del quadrante és la pieza al parecer de muchos reloxeros la mas fácil, y la que merece ménos cui-

dado; pero soy de sentir que así vá élla. En bastántes buenos reloxes Ingleses, mas és una barra de hierro que muelle de relox: y en los Franceses suele ser tan feble, que és lástima dárles el nombre de muelle. En úna y ótra Nacion hay habilísimos reloxeros de quien tomar modélo para hacer dicho muelle. Si és en Inglatérra, no solo los pocos ya citados, sí tambien *Graham*, *St. Leu*, *Evans* y ótros. En Francia *Jul.n le Roy*, *Jodin*, *Thiout*, *Pierre le Roy*, *Artur*, *Berthoud*, *le Páute* &c. Y en Ginebra *De Luc* (mi maestro) *Miege*, *Mason*, *Argand* y ótros. Éstos hombres hábiles han observado en sus reloxes quan gracioso és al cerrar un relox, que vaya entrando la cabeza de dicho muelle en la caxa con suavidad, y luego dé el golpe, quedándo el relox bien ajustado: para lo qual tambien á dicha cabeza la dán la figúra correspondiente. Solamente en el abrir semejantes reloxes, vér lo bien ajustados que están los minutéros (que tambien és un artículo que pocos observan), estár la muestra bien pintada y bien hécha, como asimismo la caxa; aunque no se véa lo demás del relox, á la legua se conoce ser unas exelentes obras.

Finalmente se acabará el relox, haciendo los pivótes del grueso correspondiente, bien cilíndricos y brillantes. Aquí és el lance de encasquillar y avellanar por detrás los agujeros. Se harán los engargántes del modo que en ótro capítulo se explicará; se pulirán las fachadas de los piñones y demás acéro, y tambien las ruedas.

Al principio de éste capítulo dixe, que en ótro se dará el modo de hacer el escápe: el que estándo hecho, se ajustará el muelle real, y se armará el relox sin espirál.

Algunos quieren que en éste estado ánde 24 minútos en una hora, ótros 26, ótros 28 y ótros 30; y para ésto ván aligerando el volánte hásta conseguirlo. En ótra parte dixe que me gusta un buen médio, y así me arrímo á los 28 minútos.

Al aligerar el volánte se ha de cuidar que quéde de igual péso por todas partes de su circunferéncia, lo qual es fácil conocerlo, poniéndole en el compas de gruesos.

Luego se ajustará el espirál, observándo que su viróla séa lo mas chica que fuese posible; y que el pitón donde éntra el ótro extremo de dicho espirál, esté bien ajustado, su agujéro bien hécho, y si éste és quadrado, y el pasador tambien, és mucho mas perfecto, pues háce poner el espirál luego á luego bien horizontal, lo que és de mucha importancia para el gobierno del relox.

Se mandará hacer la caxa: se ajustará el relox en élla, y cuidado que la charnéla esté jústa, y se acabará el muelle del quadrante. Despues se dorarán las platínas, gallúzo, regístro, cúbo, rueda grande, potánza y falsa-placa, y se armará el relox.

Pero aquí hay todavía que hacer al armárlo, pues hay que ir metiendo cada rueda de por sí sola en la jáula puestos los pasadores en los piláres, y vér si tornéa líbre, que algunas no lo harán, porque suele entrar óro en los agujeros: éste se quita con el escariador de aguja: se regístra el escápe, y finalmente se arma el relox.

Despues se arreglará mudando el espirál, substituyendo ótro mas fuerte ó mas floxo, segun lo requiera el cáso, de modo que arreglado que séa, debe quedar el regístro en el médio, y ha de sobrar fuera del pitón una porcion

de espirál, como una línea ó línea y média de largo. Y aquí está el relox acabado del todo, pues me parece superfluo decir que se han de grabar gallúzo, regístro, y el nombre del autor (ántes de dorar las platínas), y ótras vagatelas á este tenor.

CAPÍTULO IV.

Del módo de hacer un relox de repeticion de bolsillo.

Si yo escribiera para ótra Nacion que la mia, me guardaría muy bien de dár la explicacion de un relox de repeticion, sin haber dado primero la de la quadratura de un relox de sobre-mesa. Pero como por acá no hay reloxero ni aficionado que no conozca mucho mejor la segunda que la primera, sigo el hilo que mi córta capacidad me dicta, creyendo, y con alguna fundada razon, que así me lo agradecerá mejor el lector.

Ésto supuesto digo que la figúra 6.ª, lámina 1.ª, és el calíbre de un relox de repeticion, que le pondré á la francesa, por diferenciar lo úno, y lo ótro porque escríbo un Tratado general, que debe contener todo género de obras escogidas. Lám. 1.ª Fig. 6.ª

En dicha figura 6.ª la distancia *u x* és la altura de los piláres: éste calíbre se compone de dos movimientos, el úno és todo el relox que señala las horas y minútos, lo mismo que en el capítulo antecedente, por lo qual és inútil repetir cosa alguna tocante á éste; y el ótro és un rodage que solo ánda quando se empúja la quadratura, ésto és la repeticion, para saber la hora que és, cuyas

ruedas así en dicho calíbre como vístas de perfil son *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *y*, figúras 6.ª y 7.ª, éstas de la figúra 7.ª las he mandado grabar algo mas grandes, para mayor inteligéncia.

Al tiempo de haber hécho las demás piezas del movimiento, y aún ántes de acabárlo, se habrán tambien fabricado éstas ruedas del modo siguiente.

La rueda *e* en ésta clase de reloxes suele ir embebída en la platína grande, y pása por debaxo de la rueda de minútos: ésta rueda *e* poco tiene que hacer, és lisa y llana, con su piñon. Lo mismo le sucede á la tercera rueda del movimiento.

La rueda *d*, figura 7.ª, tiene bastánte óbra: primero se háce el árbol *d d*, con un roquéte todo de una pieza: éste roquéte lléva sus dientes lo mismo que el caracól, y hácen el mismo efecto. Á dicho árbol se le conserva la parte superior *s* mas gruesa, en proporcion, que ha de servir de árbol del cúbo *x x*, que és el que háce andar todo el rodage, y por consiguiente dár las horas, quartos, medios quartos &c.

La parte inferior de dicho árbol se tornéa mas chica á modo de la del caracól, para que lléve la rueda grande de la sonería. Despues se háce el agujero en la parte de arriba para poner el gáncho, y se témpla el árbol: estando revenído ó pavonádo, y cortadas las puntas, se vuelven á torneár dichos dos gruesos, del modo que han de quedar: se pone la rueda grande con su trinquéte, muelle y gota por debaxo de élla, y lo restante (dexando éntre dicha rueda y la platína grande el hueco necesário para que páse la rueda de minútos) se tornéa mas chico,

y luego se líma de quadrado, para que lléve ajustadamente la poléa chica: désde la portéa de éste árbol se toma la altúra de la jáula, y se háce el pivóte. Luego se tornéa el piñon de la rueda *e*, de modo que venga su superficie á nivel de dicha rueda, y por éste motívo muchos hacen éste piñon despues de élla.

Despues se ajústa el roquéte *t* con dos tornéllos diametralmente puestos. Éste lléva los 12 dientes para las 12 horas: y para abrirlos en la plataforma, se opéra báxo del número 22 de élla: de éste modo quedan abiertos dichos dientes, en disposicion de dár lugar para que el martíllo grande tóque con el espacio que se quiera.

Despues se háce dicha rueda *e* sinó lo está. Luego se háce la que llaman *segunda rueda f*. En ésta solo se observa el que su piñon tambien vá sepultado en la platína grande, y que báxe un si és no és, mas que la rueda *e* despues de hécho el pivóte. Que su rueda esté clavada, de modo que su horizonte y el de la rueda de cánto, séan uno mismo, para dexar pasar el martíllo chico: y si está el cúbo *x x* hécho, en quanto haya el hueco preciso éntre élla y dicho cúbo, luego se toma la altúra, y se háce el ótro pivóte.

Para la tercera rueda *g* solo hay que cuidar, que la rueda quéde con el hueco correspondiente éntre élla y la de minútos, y su piñon á la altúra ó nivel de la rueda *f*, luego se hacen los pivótes.

Para la quarta rueda *h*, hay la misma facilidad: el piñon algo mas báxo que la rueda *g*, y por arriba mucho mas alto. La rueda clavada á la distancia de pivóte y médio de la platína, tomar la altúra, y hacer los dos pivótes.

Para el piñon *y* que llaman el *venteról*, solo se observa que sobrepujándo un poco por encima de la rueda *h*, se háce al pivóte tomar la altúra, hacer el ótro pivóte; y yá tenemos el rodage de la sonería hécho.

El cubo *x x* pide alguna atencion, su diámetro exterior és, en quanto no tóque á la rueda catalina, ni á la vára de la rueda *e* (segun el calíbre séa) hásta la orilla de la platína. Y su altúra és, en quanto haya el preciso hueco éntre él y la rueda de cánto. Al torneárle se le conservan dos porciones para poner dos tornillos, que regularmente están diametralmente opuestos en únos reloxes, que en ótros nó. Y luego se le pone el muelle.

Ántes de acabar la repeticion, nos falta hacer la quadratura, la que pide un capítulo separado, y éste que no será el solo, me servirá de respuesta á los émulos que me levánten el que yo haya copiado éste Tratado de alguno ótro extrangero. Pues búsquese en todos éllos el modo de hacer una quadratura tan por extenso como yo la pongo aquí, á vér si la encuentran. *Thiout*, *Le Páute*, *Berthoud* y ótros la han explicado, diciendo solamente A v. g. és la clamallera, B el limazón de horas, C la poléa grande &c.; pero ninguno nos dá el calíbre de una quadratura, ni nos dice éstas medidas y éstas se toman para hacer cada pieza de por sí.

CAPÍTULO V.

Del modo de hacer la quadratura de un relox de repeticion á la francesa, con campána, ó sin élla.

Primeramente se háce la falsa-placa: despues la charnéla W, figúra 8.ª, lámina 1.ª (que és en *u*, figúra 6.ª) se pone en la señal que regularmente suele tener el calíbre; que para bien ser se tíra una línea W *a*, y que páse por el céntro de la platína. Lám. 1.ª Fig. 6.ª y 8.ª

Ahora és menester ir trazando lo restante del calíbre, para lo qual se ha de tirar ótra línea *e d* con el compas, poniendo la úna punta v. g. en *x*, y que la ótra al trazar una porcion de círculo, le fálte el cánto de una peseta para llegar al agujéro del céntro de dicha platína, y á ótra tanta distancia del agujéro de la tercera rueda *b* del movimiento. Entónces dicha punta *x* dexará señalado el céntro ó agujéro donde debe entrar el pivóte del tornéllo de la cramalléra.

Luego se pone la una punta del compas sobre dicho círculo, y se búsca un céntro como en *d*, quiero decir; que poniendo en éste una punta de compas que con la ótra se aleje ótro tanto del céntro de la platína como la línea *e*, y que llégue cerca del agujéro del caracól. Éste grandor de compas ó círculo *g g* és el de la estrella, limazón de horas, y parage donde se deben colocar. Si la repeticion és con campána (pues muchas se hacen sin élla) se trazan désde luego los contramuelles á una buena distancia de los martíllos, y aún se hacen las mortajas V V para éstos. Despues se pone una punta del compas en el

agujéro *x* de la cramalléra, y se alarga la ótra punta, hásta que fálte solo el cánto de una platína grande para llegar al agujéro de la rueda grande de sonería, y se traza la línea *ac*. Lo mas adentro que se pueda en ésta línea se señalará un punto, que será el céntro de la garrúcha grande *c*, digo lo mas adéntro, porque se ha de tener cuidado que dicha garrúcha *c* ni séa demasiado grande ni demasiado chica, pero en todo cáso mas vale que péque por grande, con tal de que no tóque en el contramuelle. Ótros ponen ésta garrúcha mas cerca de la charnéla del lado de *k*, de modo que la orílla 8. de la garrúcha esté en la línea *a u*, y la llave que está junto á élla, la ponen en la parte de acá.

Para señalar las tres llaves de la falsa-placa (aunque algunos autores no ponen mas que dos) se observará que la primera *h* que ha de estár júnto á la cramalléra, esté lo mas cerca de élla que se pueda, pero sin tropezárla; y tambien cerca de ésta se señalará el muelle *n* del martíllo grande, lo mas adéntro que se pueda, para que á la parte de afuera se pueda poner el muelle del quadrante: para la segunda llave *k*, se señalará primero el muelle *l* de la pieza de quartos, y éntre la cabeza de éste y la poléa *c* se pondrá dicha llave, de modo que ésta y dicha cabeza ocupen sin tropezarse el espacio que hay désde dicha poléa hásta la charnéla *w*. Para plantar la tercer llave se buscará lo mejor que se pueda con el compas, el que hága triángulo con las dos dichas, v. g. en *m*. Acabado ésto se hacen dichas tres llaves.

Luego se hacen los martíllos. Pondré aquí los dos modos de construirlos, el úno siendo para repeticiones sin

campána ó sordas, y el ótro para repeticiones con élla.

Para repeticiones sordas se toma acéro que séa de la altúra de la jáula, ménos el cánto de un realito de ocho quartos. Despues que esté el acéro cortado y algo desvastado, se le líma de modo que siga el contorno de la platína grande á poco mas ó ménos: y para que quede algo mayor se líma un poquíto el pilar mas cercano. Luego se le señala su agujéro, el qual está yá hécho en dicha platína para la varíta. Se háce ésta, y colocado el martíllo bien derecho en la jáula, como si fuera una rueda, se le señala, y se pone el clavíto ó tíja (para el muelle) ajustado de modo que dicho clavíto no llégue á la orílla de la platína mas que la varíta, sinó és lo mismo, lo que se háce trazando un círculo désde el agujéro de la rueda de minútos. Despues se háce la ventána de dicho clavíto en la platína, hásta que el martíllo levánte bastánte. Luego se líma el martíllo, para que pueda pasar por debaxo de él la rueda del caracól puesta con él en jáula. Asimismo se líma, dexando por todas partes huecos suficientes, para que al levantárse para dár la hora, no tropiece con nada, como son para la rueda de minútos, tercer rueda, rueda de cánto, y rueda grande de sonería. En la parte donde están las tíjas, se le ha de limar á nivel de ésta última rueda.

Tocante al segundo clavíto ó tíja se señala en dicho martíllo lo mas cerca que séa posible de la vára del martíllo, con tal que su cabeza no tropiece en élla, y por lo que mira á la ventana de ésta, se alarga hácia adéntro y hácia fuera, hásta que la ótra tíja tóque á los dos extrémos de la suya. Entónces se acaba de hacer tomar al

martíllo el contórno de la platína grande, limándole como corresponde, y que solo fálte el cánto de un náype para llegar á la orílla; y ésta circunferencia se limará en bisél para que no tropiece en la caxa del relox. Despues se líma poco mas ó ménos el parage donde debe pasar la cabeza del muelle del quadrante; y para rematárlo se limará alrededor de las cabezas de los clavítos, en redondo alrededor de la vára, y pláno al lado del clavíto del muelle, cuyo plano será de modo que si se tiráse una línea á lo largo de dicho pláno, córtase el céntro de la vára; y del lado del ótro clavíto se háce tambien ótro semejante pláno.

Si dicho martíllo fuese para una repeticion con campána, no se líma el pilár, pero al desbaratárlo se le dexa una porcion que sobresalga de la platína, la qual és la que dá en la campána: ésta se tráza, tirando dos líneas con el compas désde el agujéro donde se pone la vára; y dicha porcion debe estár entallada por debaxo el cánto de un náype.

Despues se háce el martíllo chico: se líma el pilar tenga ó no campána la repeticion: se observan las mismas reglas que en el grande tocante á su altúra. Si és sin campána requiere que quando esté acabado, páse solo con el hueco preciso debaxo de la segunda rueda de sonería; y si és con élla, debe ser algo mas delgado que el grande. Tocante á su clavíto debe estár lo mas cérca de la vára que se pueda. La mortaja ó ventana de éste clavíto puede salir algo mas afuera que el agujéro de la vára.

Despues se háce el muelle grande, ó muelle del martíllo grande en el parage yá señalado, y que váya siguiendo el contórno de la platína.

Luego se háce el muelle del martíllo chico, el qual se

ha de poner lo mas cercáno á la llave que se pueda, como demuestra el número 2 de dicha figúra, y que solo le fálte el cánto de una rueda para llegar á la orílla. Su cola estará entalláda por debaxo, para que pueda pasar la sordina, pero su cabeza tendrá mas del cánto de una platína grande.

El tornillo 3. de la sordina se ha de procurar lo mas que se pueda que esté á igual distancia de las dos váras de los martíllos; y por lo respectivo á la colíta 4. que sale fuera de la caxa, se observará que esté á igual distancia de su tornillo y del clavíto del martíllo chico. Se observará tambien, que la ótra mitad de dicha sordína no tóque á la garrúcha, ni al muelle que le están cercános.

Despues se háce el muelle de la grande uñéta de horas (el qual se pone en la platína chica). Á éste y á los demás muelles se les dexan sus colas demasiado gruesas: en éste estado se templan, pavónan y se acaban de limar, dexándolas solo el grueso que han de tener.

Despues se harán los dos contramuelles: úno y ótro son tan fáciles, que no necesitan explicacion: sus cabezas éntran en las referidas mortájas, y sus cólas llegarán á los clavítos de los martíllos que les están destinados. El del martíllo chico ha de permitir páse y juegue la sordína con libertad.

Despues se háce dicha uñéta grande. La ventána *m* (siempre la misma figúra 8.ª) por donde pasa su colíta, estará héchа á raíz del redondo chico del martíllo grande, cuya ventana se agrandará de un lado, hásta tanto que estando levantado el martíllo quanto pueda, y tambien la uñéta, dicha cola tóque al martíllo del ótro lado. Se agran- Lám. 1ª Fig. 8ª

da tambien dicha ventána hácia la parte de adéntro lo que se quiera.

Para acabar ésta uñéta se háce primero el roquéte *t* de horas, figúra 7.ª, el que para saber su diámetro, se tíra por detrás de la platína una línea 6, 10 y *s* désde el agujéro de la rueda grande de sonería, hásta el del martíllo grande: divídase éste espácio en tres partes, y tomando dos de éllas, y aún el grueso de una hoja de papel demás para trazar un círculo; éste será el tamáño de dicho roquéte. Despues de finalizados sus doce dientes, se concluye dicha uñéta, dexándola por la parte de arriba un diente, para que con él pueda su muellecíto manejárla. Se tíra ótra línea por déntro en dicha platína, semejante á la referida désde los mismos agujéros; y se debe limar el píco de dicha uñéta, por la parte de adéntro, de modo que estando élla y el martíllo quietos, siga dicho píco la direccion de la línea. Por lo respectivo á lo largo de dicho píco se meten en jáula con su martíllo roquéte, y su rueda grande, y se líma hásta que quéde de modo, que cogiendo con unas tenacíllas el quadrado de dicha rueda grande, y haciendo que el roquéte haga levantar el martíllo, se observará que al caer éste, dicha uñéta no rebáta ó tropiece contra el diente siguiente, sino que caíga con tanto despéjo como si el roquéte tuviera solo un diente.

Si és para una repeticion sorda, debe en quanto cáe el martíllo, levantárse incontinénti, ésto és, no dexar cási juego alguno éntre el diente del roquéte, y el pico de la uñeta. Pero si és de campána, puede muy bien, y debe, tener un póco.

Acabada dicha uñéta, se pondrán todas las ruedas del

movimiento, y se volverá á hacer levantar el martíllo del modo que quéda expresado, para vér si al levantárse no tropieza en alguna.

Ahora se háce la ventána 12 para el muelle del quadrante, y se líma dicho martíllo en éste parage, para que el muelle no le llégue.

Á dicho roquéte se le hará tambien una mortája para poderle sacar, quando esté puesto al árbol el ganchíto, que ha de servir para el muelle del tambor de la sonería.

En éste estado se templarán todas éstas piezas, que son las tres llaves, dicho martíllo grande, y su uñéta, dicho roquéte, los tres muelles, y los dos contramuelles. Se pavónan, se concluyen los únos, y se adúcen todos éllos.

Luego se hará la garrúcha grande, cuya varíta (si se pudiese) entrará por la parte de adéntro de la platína en torníllo, dexándola una portéa, para que la garrúcha no arrástre sobre la platína. Dicha varíta y cañon de poléa quedarán lo mas altos que se pueda; y cuidado que estando la cuerda déntro de dicha garrúcha, no sobresálga la menor cosa, y que éntre y sálga líbre, sin tener demasiado juego. La parte superior así de ésta garrúcha como de la chica, debe ser mas gruesa que la inferior; y alrededor del cañon de cada úna se torneará cóncavo. Tocante á la garrúcha chica, se desvasta sobre ótro qualquier árbol, pero se acaba sobre el que la ha de llevar, y se pone su cita al quadrado y á la garrúcha.

Despues se hará la cramalléra, y primeramente se la pondrá su clavíto ó tíja, se la ajustará contra la charnéla, que quéde limada con curiosidad. Luego se la hará el redondíto ó extrémo donde debe sujetárse la cuerda, el qual

deberá tocar á la garrúcha grande al mismo tiempo que dicha cramalléra toca del ótro lado á la charnéla. Despues se la ajústa la cuerda, únos la hacen pasar por déntro de la garrúcha de la derecha y la izquierda, y ótros al contrario. Despues se mete en jáula la rueda grande de sonería, y sobre su quadrado la garrúcha chica, y tambien la cramalléra con su cadena y la garrúcha grande: y para dár á dicha cadena el largo correspondiente, se míra si despues que está enroscada alrededor de la garrúcha chica, viene á tocar su extrémo al restante de élla, si no toca, y que fálte poquísimo, se tornéa un si és no és la grande para achicarla.

Para colocar la pieza de quartos servirá la línea 6, *s*, 10, que corta el céntro del agujéro del gran martíllo, y el de la rueda grande de sonería, prolongando algo mas dicha línea: se toma despues con el compas el médio de éstos dos agujéros, y el grueso de un náype mas, se trasplánta éste espacio sobre dicha línea, y se señala allí un punto 6 que será el céntro de la pieza de quartos.

Luego se hará la pieza del todo ó nada, cuyo céntro será en donde señala el número 7, para dár lugar á poderla hacer un gran agujéro, á fin de que páse no solo el quadrado del caracól, sí tambien la llave para dár cuerda al relox.

Se hará asimismo la estrélla y limazón de horas, cuyo grandor tambien tenemos, siéndolo el círculo gg. Ámbos en su princípio son de igual tamáño, pero acabada que esté la estrella, deberá quedar algo mas chica que dicho limazón: dos tornillos diametralmente puestos la sujétan á él.

Para colocar el pié de cabra ó resálto, se pone la estré-

lla con el todo ó nada, se la háce que uno de sus radios míre al agujéro de la rueda de minútos, y despues éntre los dos radios opuestos á éste, se señala dicho resálto, con tal que su tíja esté el cánto de una rueda grande, ó mucho mas si se puede, léjos de dicha estrella, y que no tóque en el muelle del gran martíllo, y se limará dicho resálto por debaxo para que páse éste muelle.

De éste modo hacían éste resálto en el tiempo que yo hacía reloxes de repeticion en Ginébra. Pero despues he visto uno en una repeticion de Berthoud que me agradó muchísimo, pues era al doble mas largo, y por consiguiente aunque su muellecíto fuése algo mas fuerte, sin embargo la estrella se levantába con mucha suavidad, y sin incomodar el movimiento del relox. Ótros ponen el muelle del resálto sobre la misma pieza del todo ó nada; pero el de Berthoud és mejor que ninguno, cuya tíja estába en el hueco que hay éntre el número 7 y *n*.

Despues se hacen los dos muelles de las dos uñétas (que ótros las llaman esqueletas), los que no se acaban de adelgazar hásta despues de estár templados, y entónces solo se les dexa la fuerza precisa, en quanto puedan hacer volver dichas uñétas á su lugar.

En éste estado se puede ya concluir la sordina, sinó lo está. Y prevengo que así ésta, como todas las demás piezas de la quadratura, quanto mas delgadas puedan quedar, con tanta mas facilidad se púlen. Se entiende si se han de pulir á la mano, lo que és preciso suceda en éste país que no tenemos lapidários destinados á este fin. Y aún quando ésto no fuera, las piezas pulidas á la mano, salen mas hermosas que en el lapidário.

Despues se háce el cañon de minútos: quando se tornéa la vára del piñon de 12, se dexa la portéa de dicha vára el cánto de una rueda mas alta que la platína: y en la parte inferior del piñon de dicho cañon se le dexa una porcion tambien de cañon para el limazón de quartos y saltadéra: dicho limazón se háce de acéro muy delgado, poco mas ó ménos del diámetro de una rueda grande, y estando éste torneado redondo, se le hacen quatro círculos al torno, cada uno de éllos mas chico úno que ótro. Y quitado del torno se tiran dos líneas, que le crucen perfectamente, para poderle dividir en quatro partes iguales, pues dichas líneas formarán quatro quartas de círculo, de las quales se reserva úna sin llegárla, y las ótras tres se liman hásta la segunda raya: las ótras dos se liman hásta la tercera; y la ótra hásta la quarta, aunque no tanto entalláda como las demás.

Ahora se ajustará éste limazón al asiento del cañon de minútos. Se procurará que ésta rivadura séa lo mas chica que se pueda, y que el limazón éntre sumamente jústo. La quarta de círculo mas chica se limará á igual del piñon de dicho cañon.

Despues se hacen las uñétas de los quartos. La del martíllo grande ha de estár redondeada el contórno de su agujéro hasta la mitad, y para finalizarla, servirá la línea *s* y 6, que está tirada désde el agujéro de dicho martíllo, hásta el de la pieza de quartos: y es menester que quando por detrás tóque al clavíto del martíllo, siga por delante perfectamente dicha línea. Su largo és el cánto de un náype mas que el del píco de la uñéta grande, lo qual se puede mirar facilmente, poniendo úna y ótra en un alisador. Di-

cha uñéta estará entalláda por debaxo, para que su muelle la pueda gobernar. Estando así se limará un poquíto mas la entálla de la parte de adéntro, sin llegar á la punta, de modo que ésta se consérve sobre la dicha línea, y désde allí hásta el cañon se descubra ésta con mas facilidad.

Para hacer la ótra uñéta se tira ótra línea 9 y 6 désde el agujéro del martíllo chico, hásta el de la pieza de quartos. Se la hacen (digamoslo así) dos brazos, el úno seguirá por déntro de ésta línea, y el ótro abrazará el clavíto del martíllo. El brazo principal de dicha uñéta será mas córto que el píco de la uñéta grande del cánto cási de un náype. Ámbas uñétas terminarán en punta, y aún cada una tendrá un bisél por detrás, á fin de que rematen mas puntiagudas, y ámbas uñétas serán de la altúra de la pieza de quartos. Se observará que ámbas jueguen con libertad sin tropezar en nada. Se acabarán éstas últimas piezas, se templarán y aducirán.

Luego se hará la pieza de quartos de éste modo. Primeramente en una chapa de acéro se traza un círculo de todo el grandor que han de tener lo largo de los dientes: despues se tráza ótro, de modo que puesta dicha chapa ó pieza en su lugar, dicho círculo córte el céntro de la platína. Se tráza tambien ótro de todo el tamáño que ha de tener la pieza. En éste estado, y puesto yá su cañon y varíta en la platína, se empezarán á hacer dos dientes, y puesta dicha pieza en su lugar, como asimismo el gran martíllo con su uñéta, se hará que dicha pieza con uno de sus dientes nuevos la levánte, pero que al caer, rebáta ó tópe contra el segundo diente nuevo. Pero si és repeticion de campána és preciso que no tópe la uñéta, ántes bien

que haya un poco de holgúra. Se hará una señal en la platína por la parte de adéntro en el parage donde levanta mas el martíllo. Despues se tomará con el *escantillon* el espacio de los dientes del roquéte de horas, y se acabarán éstos tres: pero el primero de éstos dientes deberá estár por detrás limado algo en redondo, para que séa mas ancho, y los demás plános. Ántes de acabar el tercer diente, se limará la pieza de quartos para que ajúste contra la uñéta de dicho martíllo. Luego se harán los ótros tres dientes del mismo modo, observando que primero escápe el primer diente de éstos, que no el primero de los ótros tres, quiero decir, que dispáre primero el martíllo chico que el grande, y así en los demás. Despues en aquel círculo que córta el céntro de la platína se hará el brazo: el largo de éste consiste en que estándo caída dicha pieza de quartos sobre el limazón de éllos en la quarta mayor, ninguna uñéta pueda caer. Y por la contraria, que caída dicha pieza en la quarta menor del limazón, entónces deben haber pasado los tres dientes de cada lado, para que levánten las dos uñétas, y tóquen los tres quartos.

Luego se limará la pieza de quartos, para que engánche con el todo ó nada; pero ha de ser de modo que quando la dicha de quartos haya caído en el limazón para despues hacer tocar los tres quartos, no tropiece con el todo ó nada, ni le tóque en el parage donde está la varíta para el limazón de horas. En éste estado se perfeccionará la pieza de quartos, para que ajúste bien contra la uñéta de horas.

Teniendo yá finalizado el limazón de quartos, para que haga dár los tres quartos, fácil és hacer que tóque la média y el quarto. Tocante al clavíto que ha de llevar la di-

cha de quartos, para que el muelle la dispáre se operará de éste modo: se arrima dicha pieza contra el limazón, y se traza una porcion de círculo désde el agujéro *l* del tornillo de su muelle á la distáncia de una platína chica del cañon. Luego se arrimará dicha pieza contra la uñéta, se trazará ótra porcion de círculo, y el parage donde se crucen éste y el antecedente, será donde se ha de poner dicho clavíto.

Es regular se haya limado ántes de ahora dicha pieza de quartos, para que páse el cañon del dedo, el qual vá sobre el quadrado de la rueda grande de sonería: á la orílla de ésta ventána se pondrá el clavíto para dicho dedo, á cuyo efecto se señalará un punto, de módo que quando la pieza de quartos júnte con la uñéta del martíllo grande tirando una línea con la vísta désde el céntro de dicha pieza hásta el punto, se véa que el quadrado quéda un poco fuera de élla: despues se déxa caer dicha pieza sobre los dos quartos ó la média del limazón, y figurándose ótra línea se ha de vér ótra diferencia semejante aunque algo mayor con dicho quadrado.

Ahora se hará el muelle para la pieza de quartos, y tambien el quadrado (aunque algo córto) al cañon de minútos, y asimismo se hará un minutéro de latón, en el que hécho el agujéro quadrado, se tirará una línea désde un ángulo de él hásta el opuesto, y que siga lo largo del latón, y se acabará éste minutéro en punta, observando quéde dicha línea enmedio lo largo de todo él.

Para igualar el limazón de quartos se pondrá la falsaplaca, y se señalarán quatro puntos iguales en su circunferéncia. El primero ha de estár enmédio de la charnéla, y el compas señalará los ótros tres. Hecho ésto se vá pasán-

do el minutéro, empezándo por los tres quartos. La pieza de éllos caerá algo despues de haber pasado el punto que le corresponde, que és el que está encima de la charnéla. Luego se pondrá dicha pieza sobre la quarta mayor del limazón, y volviendo con las pincétas el cañon de minútos, debe caer el primer quarto frente del punto que le corresponde. Si cáe ántes, se quitará el cañon, y como quien le quiere dár una média vuelta hácia atrás para que se adelánte el limazón, así se le volverá un poquíto, y se le empezará á igualar de nuevo désde el punto de la charnéla, limándole delánte de los demás escalones para que cayga en quanto haya pasado el primer punto para el quarto, el segundo para la média, y el tercero para los tres quartos. Tocante al clavíto que lléva éste limazón, se pondrá en mitad de la quarta mayor, y léjos del piñon, el cánto de una rueda mayor. Despues se avellanará el agujéro del limazón por la parte inferior, se templará, se aducirá, y se le pondrá su clavíto, se clavará al dicho cañon, y á éste se le torneará lo sobrante de la rivadúra, para que no estórve á la saltadéra: y para hacer ésta se empezará dexándola mas delgada que el limazón, poniéndola un boton triángular, y que uno de sus ángulos esté frente del céntro. Para acabarla se la háce entrar jústa en el cañon de minútos, á cuyo efecto se habrá quitado primero el clavíto del limazón. Despues se achicará dicho botón, hásta que quepa éntre los dientes de la estrella, que deberá estár puesta en la platína con el todo ó nada, y limazón de horas. Se torneará ó acortará hásta que dicha saltadéra puesta en él, tenga el hueco correspondiente éntre élla y la estrella para que no se froten al pasar.

Luego se hará la viróla para sujetar dicha saltadéra, y se agrandará el agujéro de ésta para que sálte con facilidad: y si és menester se limará algo mas dicho botón: ahora se pondrá el limazón con la saltadéra, como si quisiera escapar el boton fuera de la estrella: en éste estado désde el agujéro del clavíto del limazón, se señalará ótro en la saltadéra, y se agrandará totalmente del lado que el limazón no cuenta quartos, y nó del lado que cuenta el primero. Se pondrá el clavíto á dicho limazón, y dichas piezas en la platína, y se concluirá de modo que quando el minutéro señále el punto de la charnéla (que és la hora), sálte dicha saltadéra, y que el pié de cabra ó resálto ajúste bien contra la estrella: si no lo hiciére, se agrandará mas el agujéro de la saltadéra, siempre del mismo ládo: y del ótro se podrá agrandar, cáso que habiendo saltádo la saltadéra hácia adelánte como corresponde, y queriendo volver el minutéro hácia atrás, dicho resálto no ajúste bien: en éste estado se quitará la saltadéra, se la sujetará con las tenazas, cuidando de que quéde hácia atrás, como quando está pronta á saltar, y estándo bien sujéta se señalarán sobre élla todos los escalónes del limazón de quartos. Se quitará: y ménos la parte correspondiente á la quarta mayor, que ésta débe ser exâctamente del mismo tamáño, todo lo demás se limará mucho mas chíco que el limazón.

El modo de igualar la estrélla és poniendo todas éstas piezas en la platína, y despues de haber saltado un diente de ésta, y vísto qué paráge señala el minutéro en la charnéla, se dará vuelta á éste, hásta que páse ótro diente de aquella, y despues ótro, y así todos: y si dicha estrélla estuviese muy desigual, de módo que únos dientes sálten ántes

que el minutéro haya llegado al púnto, y ótros despues, se les limarán hásta que sálten todos en el mismo púnto; pero si sáltan todos igualmente ántes ó despues, fácil és el remédio, limando de un lado ó de ótro el pié de cabra. Despues se templarán todas éstas piezas, y se aducirán.

Se pondrá azul el limazón de horas, y se le harán ónce círculos al tórno para los ónce escalónes: se exâminará si el brazo de la cramalléra viene á parar perfectamente al céntro del limazón de horas; si no lo está, se le limará para que lo esté del lado necesário.

Despues se armará el rodáge de la sonería (que deberá estár yá acabado) con sus dos martíllos y uñéta de horas, y se pondrán los pasadores á los piláres, para poder dár cuerda á dicho rodage. Se remónta su rueda grande para ponerla la garrúcha chíca, se pondrá asimismo la grande, la cramalléra, la estrélla con su limazón, y el todo ó nada: y despues se tendrá éste sujéto con una mano; de modo que encajándo bien el resálto en la estrélla, ésta no se pueda menear.

Entónces se empujará la cramalléra como para dár las horas, y se señalará en dicho limazón una rayíta con el córte de una líma almendra. Despues se pasa un diente de la estrélla, y se háce ótra señal; finalmente se irán pasando consecutivamente hásta haber señaládo doce márcas. Luego se quitará cramalléra, el todo ó nada, y la estrélla, dexando allí el limazón, y con el compas puesta la una púnta en el agujéro de la cramalléra, se tirarán 12 líneas (ó partes de círculo), désde las 12 márcas al céntro. Luego se pondrá el todo ó nada, y se limará el brazo de la cramalléra para acortárlo, hásta tanto que empujándola algo

fuerte, haga tocar una hora, ésto és, que haya hécho caer una vez la cola de la uñéta grande. Despues se observará qual de éstos 12 dientes está perpendicular, ó háce esquadra con los dos tornillos del limazón, y aquel que la haga, se destinará para la hora de la una. Luego se entallará el limazón alrededor de la primer raya ó círculo, y se le irá baxándo hásta que empujando la cramalléra tóque las dos (ésto sin lastimar con la líma la porcion destinada para la una). Y de éste modo se entallarán los demás escalónes para las demás horas: advirtiéndo que la entálla de las 12 se alargará, limando el respáldo del escalón que tóca la una (pero cuidado no llegar á la punta de él), para que la cramalléra pueda ir con facilidad á contar las doce.

Despues se igualarán las horas de éste limazón en ésta forma. Se sujéta el venteról, para que no corra el rodáge: se empúja la cramalléra, para que caíga en el escalón de las dos (que en el que dá la una no és necesário), y en ésta postura sí, meneándo la estrélla, hay un poco de juego désde el escalón de la una hásta el brazo de la cramalléra, está bien, sinó dárselo, limando dicho escalón: y á éste tenor todos los once escalones. Si hécho ésto necesíta la cramalléra mucha fuerza para empujar el todo ó nada, y que cuénte las horas, se acortará su brazo un si és no és; regularmente el extrémo de éste brazo se líma un poco en biséł, para que no tóque á la estrélla.

Despues se hará el dédo sencíllo ó dóble, si és sencíllo no necesita mas explicacion que la que sigue, pero si és dóble, se hará de un pedazo de acéro, al qual se le hará su agujéro quadrado, y que éntre jústo en el árbol de la rueda grande, y se le harán, digámoslo así, dos dientes

como los de un piñon, el úno mas córto que ótro, y que éntre los dos quépa con libertad y holgúra el clavíto de la pieza de quartos: se acortará de lo largo del mayor, hásta que empujando la cramalléra, y volviendo á subir la pieza de quartos, dicho dédo abráce, sin que se le pueda escapar el clavíto: ésto és en el primer quarto, que en los tres quartos se observará lo mismo con el dedo chico. El motívo de poner éste, es porque no tárde tanto el relox en dár los tres quartos, despues de haber tocádo las horas (1).

Despues se pondrá la llave de la cramalléra, de módo que no estórve á ésta el baxar hásta las doce; y á su lado se pondrá la rueda chíca de minútos. Finalmente se hará la rueda de máno. Ahora nos résta un punto no muy fácil, y que merece alguna explicacion.

Así en Ginèbra como en ótras partes hay oficiales de reloxería que solo saben hacer movimientos de muestras regulares en blanco: ótros hacen movimientos de repeticion, y ótros mas adelantados hacen las quadraturas; pero aún de éstos no todos saben ajustar la repeticion déntro de su caxa, cuyo asunto requiere algunas circunstáncias particulares, las que pondré aquí, para que mi lector se entére totalmente en el módo de hacer un relox de repeticion de bolsíllo.

Llámase ésta operacion en Francés el *emboitage*: el qual se princípia poniendo y ajustando la muestra á la falsa-placa, la que regularmente se sujéta con un tornillo (ésto és á la francésa), para cuyo fin únos déxan una porcion ó brazo

(1) He observado en Madrid que generalmente agráda mas á todas las gentes, el que una repeticion tárde algun tiempo en dár los quartos despues de las horas, que quando los dá de seguido.

á la falsa-placa, y en él éntra dicho tornillo: ótros ponen un pedacíto de latón redondo en la platína, que éntre en rosca, y en éste el tornillo. Quando se pueda se hará de éste segundo modo, pues és mas seguro que el ótro. Despues se harán pasar todas las piezas debaxo de dicha muestra con libertad, y sus tíjas y cañones al modo que el piñon de la rueda de la minutería.

Que el cañon de la caxa esté soldado ó nó, se empezará á cortárle, de módo que puesta la sobrecaxa de zápa, sobresalga solo un poquíto. Luego se limará aquél pedazo de óro ó plata, que está soldado al dicho cañon á igual de éste. Y luego que el empujador de acéro esté hécho, bien torneádo y bien limado, pláno por detrás, se pondrá del largo necesário del ótro lado, dexándolo el cánto de una rueda grande mas córto que el cañon.

La placa de acéro que vá debáxo del empujador por déntro de la caxa, ha de tapar mas de la mitad del agujéro de dicho cañon, á cuyo efecto se limará la placa ú óro necesario.

Se observará que en las repeticiones de campána dicho cañon débe ser mas largo que en las que son sordas; y al ajustar dicho cañon en la caxa, se tendrá cuidado que esté sepultado en élla, de módo que el empujador no tóque al cúbo. Si és repeticion sorda, al tiempo de soldar el cañon se sueldan tambien los botones en que dében dár los martíllos; y si nó lo és, se soldará la gota ó quadrado para la campána, y dicho cañon débe estar soldado horizontalmente.

Despues se hará la charnéla, y luego ajustar el ciérro del muelle del quadrante.

Si la repeticion és sórda, se limarán primero los botones, hásta que al cerrar el relox no tropiece en éllos la platína chíca, y luego ponerlos del largo precíso, para que no solo al herir en éllos los martíllos, lo hagan con libertad, sí tambien que el mismo contragolpe los haga entrar un poco.

Si és de campána, se limarán las bocas de los martíllos que las hieren, hásta que no tropiecen en la caxa al cerrar el relox, en una buena proporcion, la que se conocerá en el contórno que toman dichos martíllos alrededór de la platína grande.

Despues se cortará el cañon que lléva la ása, hásta tanto que empujando para las 12, fálte muy poco, que no llégue el pláno del boton de éste á la boca del ótro.

Ótros hacen ótra sordína además de la expresada, que consíste en una parte de círculo sujéta con dos tornéllos á la caxa: ésta sordína va hácia un lado y hácia ótro al modo de corredéra, por ser sus dos agujéros (donde éntran los tornéllos) dos ventanítas largas. Dos mazas que tiene en sus extrémos son las que se preséntan, con tal que se empúje primero dicha sordína á la parte de afuera, y entónces lós martíllos de la repeticion dán en dichas mazas. Empujándo dicha sordina á la parte de acá, dán los martíllos en la campana. Una colíta que sale del médio de la sordína, por una ventána hécha en el cérco interior de la caxa, y una mortája donde descansa al mismo tiempo dicha colíta, determínan el espácio que recórre la sordína. Se ha de tener cuidado que por debáxo no tropiece en la campána: y éste és el secreto de la dóble sordína á la francesa.

Finalmente se pulirá toda la quadratúra, y se acabará

lo restánte de la repeticion, haciendo los pivótes, los engargántes, gravando el gallúzo, dorando y puliendo las piezas que lo han de estár, y armándola despues de dorada, el todo segun déxo explicado en el capítulo que enséña el modo de hacer un relox de bolsíllo.

CAPÍTULO VI.

Del modo de componer un relox de muestra con perfeccion.

Como no solo escríbo para los reloxeros, sí tambien para los aficionados, ántes de pasar á explicar el modo de hacer los demás reloxes, me detendré para decir el de saber componer los de bolsíllo. Porque si el lector los sabe hacer segun y como hásta aquí lo ha leído, yá está en estado de éllo: bien que si los únos aprenden algo en él, los otros podrán aprovechar mucho, y mayormente siendo ésta una de las mayores desgracias que hay en éste Reyno en punto al Arte de Reloxería, habiendo tal multitud de reloxeros y aficionados. Digo multitud, porque solo sirven para componer reloxes. Que si todos estuviesen ocupados en hacerlos de nuevo, habría poquísimos. De ésta abundancia que hay, y particularmente en Madrid, ya dixe en ótra parte que había algunos muy buenos, ótros medianos, y los mas tan atrasados, que és cosa lastimosa vér con el desahógo que tienen su tienda puesta, y se atréven á desarmar, y querer componer hásta los reloxes mas dificultosos, pero así quédan éllos. No obstánte diré de páso, que ignóro qué género de simpatía hay, supuesto que éstos son los que gánan mas dinero: pero volvámos á mi asunto.

Supongo un relox Inglés descompuesto (se entiende de faltriquera). Supongo tambien que el aficionado sabe los nombres de las piezas, á poco mas ó ménos, pues si ignora ésto, no sabrá mucho de reloxería.

Lo primero se puede vér buenamente ántes de desarmar el relox, si se conoce el por qué está parado. Ó hay alguna pieza rota ó nó; si la hay, facilmente se conocerá sin desarmárlo: pues si está roto el muelle, la cuerda estará caída, ó el cúbo se volverá hácia atrás con un dédo. Si el trinquéte, apénas se le dé média vuelta al caracól (con la llave) se volverá atrás. Si algunos dientes de la rueda de minútos, ó alguno de su piñon, por mas que se quíte el volante, no habrá quien haga correr el rodáge: prevéngo que en éste cáso cuidado como se desarma el relox.

El modo és baxando la fuerza del muelle, ó yá por el tornillo sin fin, ó por el roquéte que tendrá en su lugar.

Es muy esencial tener presénte el desarmar de éste modo qualquier relox, siempre y quando esté parado, y no se considére en él nada roto, pues suele tal vez ser algun pasador, que suelto de su agujéro, se suéle atascar éntre el piñón de la rueda de minútos, y los dientes de la del caracól; ó éntre los dientes de la rueda de minútos, y el piñon de la rueda tercera. Pero sigamos mi capítulo.

Si la tercera rueda tiene algun pivóte roto, luego se hécha de vér, como tambien si lo está algun diente de su piñón. Lo mismo sucede con la rueda de cánto y la catalina. Solo para las palétas hay que levantar el gallúzo ó sobre-volánte: teniendo primero cuidado de atascar el rodáge, poniendo déntro de la rueda de cánto algun poquíto de cérda ú ótra cosa flexîble. Tocánte á las ruedas que es-

tán debáxo de la muestra, rarísima vez ó cási nunca se rompen.

Supuesto que no háy nada de ésto, y que el relox está parado, se ha de mirar si el tambor arrástra sóbre la ruéda grande, ó á la platína de arriba, ó al tornillo sin fin (que ótros le llaman la perpétua), ó si su ruedecíta toca á la rueda de minútos, ó si la cadena tropieza en la potánza ó en el caracól.

Despues se ha de mirar, si los diéntes de la ruéda de minútos tropiezan en el pasador que está en el árbol del caracól, ó si ésta arrástra sóbre la ruéda de minútos, ó si la de minútos arrástra sóbre la platína, ó si la tercera rueda tropieza en el gáncho del caracól ó á la ruéda catalína, ó si la vára de la ruéda de cánto tropieza en la del piñón de la catalína, ó si la ruéda de cánto tropieza en la contrapotánza ó en el porta-pivóte, ó si la catalína arrástra contra la viróla del espirál, ó en la viróla de las palétas.

Todas éstas y ótras infinitas faltas en los reloxes son observaciones que el tiempo y la experiéncia me han enseñado. Tambien hé experimentado que muchos reloxes compuestos por algunos reloxeros, tenían bastantes defectos como éstos, y aún ótros peóres.

Vamos adelánte, y que el citado relox descompuesto no tiene algunos de éstos defectos. En tal cáso se desarma, y con el compás de gruesos se míra si las palétas están torcídas; y lo mismo se háce con la ruéda de cánto, y tercera, puestas en dicho compas, sin olvidar la catalína: vér tambien si háy alguna ruéda que esté desclaváda; y no habiendo nada de ésto, y el relox parádose con tanta facilidad, será señal que háy agu-

jéros demasiado grandes, como son el del gallúzo, el de la potánza y el del lardón, y que tal vez éste se habrá meneádo, ó que el escápe no ha estádo bien hécho, ó que la rueda catalína no tornéa derecha; sin contar el que tal vez tendrá algunos dientes torcidos.

Ahora nos résta componerlo. Primeramente si las palétas están torcidas, se enderezarán con un martíllo cortante, dando con él en el parage cóncavo, que fórme el mismo torcido, sosteniendo las palétas sobre la bigórnia; y si los pivótes están torcidos, siendo el relox Inglés, se pueden enderezar con las pincétas ó tenacíllas. Despues se hará torneár el volánte derecho en el compas de gruesos, cáso que no lo esté. Despues se encasquillará el agujéro del gallúzo, que mucha casualidad será, si se halla bueno, y al hacerlo se acaba de poner el volánte derecho. Yo entiendo que está el volánte derecho, quando por todas partes se halla paralelo á la plátina. Ésto és que mirándole por todos los lados, háya igualmente la misma distáncia désde él á la platína. Algunos reloxeros se conténtan con que esté solamente paralélo al gallúzo. Acontece á menudo, que éste suele estár torcído (gracias á las manos en que cayó el relox anteriormente), y queda el volánte torcído. Prevéngo que plantado yá el volánte ténga solo la holgura precisa; porque si está demasiado jústo, variará el relox ó se parará: y si demasiado líbre no andará seguro, y al menor golpe que lleve el relox se romperá algun pivóte, ó se torcerán las palétas, ó saldrán fuera del gallúzo. Con todas las demás ruedas se debe tener el mismo cuidado en la holgúra que se les dá. Ésta observacion és muy del cáso.

Despues se hará el lardón; ésta pieza és facilísima, y algunos la tienen miedo; ótros al meterlo, revientan la naríz de la potánza. Un poco de cuidado lo remédia todo. Hécho el lardón yá con su agujéro, y puesto en la naríz, ha de estár éste (para tener mayor facilidad al hacer el escápe) de modo que puestas la palétas con el gallúzo, y mirando por el agujéro de la contrapotánza, se véa que el dicho agujéro del lardón esté perfectamente enfrente del cuerpo de las palétas, si no lo estuviese, se le háce llegar, empujándo el lardón del un extrémo ó del ótro.

Si la ruéda catalína tuviese algunos diéntes torcídos se enderezarán con las pincétas, procurando quéden en la misma inclinacion que los que no lo estában: y para mayor seguridad se débe usar del instruménto que lláman de igualar catalínas [1]. Despues puesta una garrúcha en la varíta, y puesta la ruéda al tórno, se exâmína si tornéa redondo el piñón y su vára: si no lo hiciese, se pondrá con el martíllo cortante: despues se torneará (lo ménos que ser pueda) la ruéda derecha, ésto és, en quanto el buril muerda todos los dientes: despues con una líma de ruedas catalínas, y á falta de élla con una líma almendra puntiaguda y suáve, se irán haciendo todos los dientes sumamente puntiagúdos, en quanto se perciba encima de éllos con el microscopio un pláno imperceptible; y és muy inútil redondeár dichas puntas, como pretende cierto autor Frances en su libro.

Una observacion que he hécho és, que hay reloxeros á quienes se les confía muy buenos reloxes, y los componen, pero jamás llegan á la rueda catalína ni á los agujé-

(1) Y á falta de éste el escantillón.

ros; siendo así que rára és la vez, que no háy que llegar á ella y al agujero del gallúzo. Verdad és que los tales tienen el sinsabor de oir á menudo á los dueños quexárse que sus reloxes se páran.

Despues se pone el volánte (si no lo está) con el gallúzo y su tornillo, y la ruéda catalína con su cortapivote, y para hacer el escápe, que és el alma del relox, se pone tambien la ruéda de cánto, y por consiguiente las dos platínas con unos afileres limados como pasadores para mas brevedad. Y teniendo el todo con la mano izquierda, y el dédo índice sobre la ruéda de cánto para hacerla andar con él, se apóya sobre el volánte el extrémo de un escariador de aguja con la mano derecha: en ésta postura, y empujando con la izquierda (como queda dicho) la ruéda de cánto, se empujará con el escariador el volánte hácia déntro ó hácia fuera, hásta que escápe un diente de la ruéda catalína, luego se empujará á la contrária para que escápe ótro diénte: si en el interválo del parage donde se hallaba la punta del escariador la primera vez hásta donde escapó la segunda hay poca distáncia, y que por ésta razon al escapar cáda diénte la ruéda dá mucha caída, entónces se quita la catalína, y se líma encima del lardón.

Al tiempo de haber hécho ésta operacion, se habrá observado si los diéntes cáen con igualdad. Si cáen de un lado mas, y del ótro ménos, se empuja de éste lado un si és no és el lardón, para cuyo efecto se hará una rayíta encima de la naríz y del lardón, y al meneár éste, dicha rayíta demostrará quánto se há empujado. Despues se vuelve á poner dichas catalína y de cánto, con el armazon que ántes, y se repite la misma operacion, hásta tanto que dés-

de el parage que señála en el gallúzo la punta del escariador, al escapar un diénte, hásta donde señála al escapar ótro, hay siquiera dos líneas, y si puede ser algo mas. Los Francéses los hácen escapar á mas distáncia, y á ésta la llaman 40 grados. Pero las palétas á la francésa y la catalina son mas proporcionadas para éllo, aunque tambien á veces les suelen inducir en ótros defectos. Prevéngo que de todos modos, y acabado el escápe, debe tener algo mas de caída de la paléta grande que de la chíca, lo qual és de mucha importáncia para evitar el empúnte que sucede con el tiempo.

Hécho ésto, se quita la platína grande y la ruéda de cánto, y para vér si el relox batirá ó se traspillará, y mas en los reloxes á la francésa (sobre todo si son malos) se háce venir el volánte de un lado, y se sujéta suavemente, metiendo éntre él y el gallúzo alguna cosa. Despues con la misma suavidad se vuelve la catalína: si en aquélla paléta en que tropieza uno de sus diéntes, sobráse del diénte fuera de la paléta el cánto de un náype delgado, está bien: si sobra mas, limar con precaucion el clavíto en donde descánsa la paléta contrária, hásta que la ótra paléta y su diénte estén con la medida dicha, porque de lo contrario batiría el relox; y si és á la francésa limar el regístro del lado que señala el clavíto del volánte. Y si en lugar de dicha medida, está pronto á pasar el diénte, ó pasa del todo, siendo á la inglésa se ha de empujar el dicho clavíto por detrás hásta que quéde en la dicha medida, pues sinó bolcaría ó se traspillaría el relox. Y si es á la francésa, se le pone ótro clavíto mas al volánte para que no traspílle. Hécho ésto con ésta paléta, no importa qual-

quiera de las dos que háya sido, se háce igual operacion con la ótra.

Para mayor seguridad de que el relox no empuntará, se déxa puesto el volánte y la catalína en la platína chíca, y teniendo ésta con la mano izquierda de modo que la catalína esté, digámoslo así, boca abáxo, se pasa con la mano derecha la punta del escariador sóbre el bórde de la catalína para hacerla andar, se entiende désde encima del cuerpo de las palétas, del lado de la chíca hácia su cúrso regular, y se háce pasar así toda la ruéda: lo mismo se practicará con la paléta grande: si la suavidad del flotamento del escariador sóbre la orílla de dicha ruéda la háce pasar toda con facilidad en ámbas palétas, seguro és que el relox no empuntará. Pero si al pasar de éste modo la catalína se detiene en algun diénte, el relox se parará. El remédio para ésto és, vér en qué paléta empúnta, luego quitar las palétas de la platína: si aquella paléta en que empúnta és mas áncha que la ótra, limárla lo necesário: si las palétas son iguales, pero la ruéda catalína escápa mas de úna paléta que de la ótra, empujar el lardón; y si el escápe está bien y empúnta, és preciso hacer ótro lardón.

Concluido el escápe, se mirará el engargánte de la ruéda de cánto, y si está floxo, que en algunos reloxes sucéde, y al mismo tiempo suele tener dicha ruéda demasiada holgúra, entónces se empuja el casquíllo de abáxo; pero si éste ó el de arriba tienen el agujéro demasiado grande, és preciso hacer ótro casquíllo, ó los dos (segun lo pida la necesidad) nuevos, dexando dicha ruéda con el engargánte bien puesto.

Lo mismo á proporcion se ha de observar con las ruedas tercera, de minútos, y caracól.

Ótros muchos defectos suelen tener algunos reloxes, que solo la experiéncia los puede corregir. Por exemplo, he visto un relox nuevo de Ginébra, en el que la tercera ruéda estába sepultada en la platína de abáxo, como acontece tener muchos reloxes. Éste se parába, le desarmé, no hallé el defécto, le armé, se paró; le volví á desarmar, nada había, le ármo, y vuélve á parárse: finalmente le obsérvo andando, y repáro que la ruéda grande del caracól tropezába en el piñón de dicha tercera ruéda, y ésto no siempre. Dicha ruéda grande torneába un si és no és, mal derecha por debáxo, y en el parage que baxába mas, entónces engargantába con dicho piñón. Remediado éste inconveniente, el relox no se paró mas.

Ótras veces un relox Inglés suele parárse puesto de un cierto lado, y suele ser que el volánte por no tener bastánte hueco éntre él y el regístro, y la muestrecíta de éste estár mal hécha, quiero decir muy convéxâ, acontece tropezar en élla.

Tambien se parará el relox si el volánte és mucho mas pesado de un lado que de ótro.

Tambien el volánte suele tropezar en la horquílla del rastrílo, y si és á la francesa en el pitón que sujéta el espirál en la platína.

Si el guardacadéna no juega bien, suéle tropezar en él á veces el gáncho del caracól, y parar el relox.

Lo mismo sucederá si éste tropieza en la tercera ruéda.

Y tambien se parará si el casquíllo (y aún el talón) de la potánza ó del gallúzo, ó ótro alguno, se meneán.

Para acabar diré que son tantos los motívos que un relox puede tener para parárse, que no compréndo ciertamente como muchos de nuestros reloxeros los llegan á penetrar: no por falta de génio, sinó por no haber aprendido con maestros, que tal qual los enseñásen á hacerlos nuevos désde su princípio, para que pudiesen conocer mejor las conseqüencias. Sin contar la brevedad con que és preciso que trabájen, en vista de lo poco que generalmente pagan los dueños de los reloxes. Hay muchos de éstos que no reparan en gastar 15 ó 20 doblones en un relox de éstos muy bonítos guarnecidos de pedrería, que suelen ser unas máulas, y sienten mucho el gastar 15 ó 20 reales en componerlo.

Encárgo mucho que por ningun modo se deben retapar con la esquína del martíllo los agujéros de un relox, y mas si és bueno. No háy cosa que mas le hága perder de su valor. Verdad és que algunos reloxeros me dirán: ¿y cómo harémos si el relox necesita encasquillárlo, y el dueño no lo paga?

Finalmente se límpia el relox, y ántes de armárlo, si fuese bastánte usado, se puéde, si se quiere para mayor curiosidad, quitar todas las piezas de las dos platínas, y éstas, el regístro, el gallúzo, y la falsa-placa que lleva la muestra javonárlas con água tibia y espuma de javon, despues echárlas en agua clara, sacárlas, y limpiárlas muy bien con un lienzo límpio; y finalmente poner cada una de por sí sóbre rescoldo, y dexárla un corto espácio de tiempo, hásta que salga de élla un pequeño báho, entónces quitarla con las brusélas, y echárla sóbre un papel límpio, y á éste tenor las demás: despues limpiárlas ligera-

mente, se entiende con una escobílla muy suáve, para quitárlas algun poco de ceniza que se les háya pegado. Luego ántes de armárlo se póne aceyte en el agujéro del talón de la potánza, en el del lardón, y en el del porta-pivóte, y luego se procurará armar con curiosidad.

El aceyte de Francia si és nuevo és muy bueno, y mas si se le échan perdigones de plomo en el fondo del frasquíto donde se manténga. Mas adelánte trataré de los aceytes.

Si el relox no necesita mas que limpiárlo, se exâmina sin embargo los defectos arriba dichos. No teniendo alguno de éllos, y estándo como corresponde, se límpia, y se arma sin zozóbra.

Si el cañon de minútos viniese flóxo, se coge un cabello de la cabeza, se dobla, se retuerce éntre los dedos como un cordon; luego se mete por la parte superior de dicho cañon, hásta que empiece á salir del lado de los dientes, y teniendo sujétos con los dedos cañon y cabello, se pondrá en su varíta, dándole vueltas para que acábe de entrar; y quando lo está, con las pincétas se tíra del cabello, y se romperá á raíz de dicho cañon, el qual quéda con ésta idéa muy segúro, y no se lastíma, como algunos lo hacen, dándo con un punto encima del quadrádo del pobre cañon, y lo estropéan. En algunos reloxes viejos he tenido que poner dos cabellos dobles.

Así como me lastímo de muchos reloxeros, tambien lo hago de los que gastan relox.

Dos personas tienen cáda úno el suyo, y quieren que se le límpie, los llevan al reloxero, pero és de advertir, que el del primero es un relox, supongámos de algunos 18

pésos de éstos ordinários: el del ótro és un relox de un buen autor, como v. g. Ellicótt, y de éstos de á 52 doblones. El del relox malo vá en la confianza de que se lo han de limpiar por ocho ó diez reales: el del relox bueno tambien quiere (y en ésto muchos le acompañan) que se le limpien por el mismo précio. Pregúnto, en vísta de lo mucho que hay que registrar en un relox, solo para limpiárlo, ¿no es preciso que se trabáje á proporcion del prémio? sin duda que sí. Con que el que tiene el relox bueno, tambien quiere se hága lo mismo con el suyo por la economía de dos ó tres pesetas mas.

Éste lance me ha sucedido á mí repetidísimas veces; y á pesar de que yo desengañaba á los dueños, y de que les proponía dexárles sus reloxes como nuevos, me han respondido infinítos, de un módo muy opuesto al rásgo Español.

CAPÍTULO VII.

Del módo de hacer nuevas ó componer las piezas, que mas regularmente se rompen en un relox.

Los reloxes á veces no tienen pieza alguna que hacer, pero ótras muchas suelen tener alguna que ótra róta. Pondré aquí las mas regulares, pues el módo de hacer las demás, yá se ha vísto en el capítulo que tráta del módo de hacer un relox de bolsíllo.

Del trinquéte, y su muelle.

El trinquéte és una de las que á menudo suelen rom-

perse, y por parecer una pieza despreciable la hacen algunos con tan poco cuidado, que por dexárle el pivóte demasiado grueso al clavárlo, acontéce el torcerse el diente de la ruéda que está inmediato á su agujéro.

Ótros dexan el trinquéte tan córto, y tan cachigordíllo, que ni el muélle le puede hacer jugar bien, ni su púnta engrána en todos los dientes del caracól, y con el tiempo, suele volverse éste hácia atrás.

Siempre he mirado el trinquéte como una pieza esencial. Pues de escaparse, puede romperse el muelle real ó la cuerda: ésta poco importa en rigor, pero aquel si és bueno, és de mucha conseqüencia, y bastánte cóste para el dueño del relox. Por lo que para mayor inteligéncia explicaré el cómo ha de hacérse.

Débe el trinquéte ser lo mas lárgo que buenamente lo permita el caracól, observándo tenga una figúra arqueáda, y limada la punta por detrás en biséł: de módo que quando descánse en alguno de los diéntes del caracól, ocúpe todo el espácio que hay éntre dos de éllos en el parage donde cayó. Se tendrá cuidado (y para éso se háce en árco) de que dichos diéntes no tropiecen en la cabeza del trinquéte; y por éso se planta en la ruéda, lo mas cerca que es posible de sus diéntes. Y prevéngo que aunque su pivóte no se vé, debe ser del grueso de un pivóte de un piñon de minútos de relox Francés. Á algunos reloxeros les parecerá que és demasiado fino, y que al dár cuerda, ó andándo el relox, se podrá romper, pero hagan la experiéncia y se desengañarán.

El muelle del trinquéte por lo regular suele venir muy mal hécho désde el país extrangero (hablo en los reloxes

adocenados), y así éste parece á una barra de hierro, pues solo está un poquíto limado en la punta, y lo demás és de todo su grueso: ésta calidad de muelles és de lo peór que se puede hacer. La experiéncia demuestra de dos cosas úna, ó que se rinden, ésto és, que se ábren, ó que se rompen con grandísima facilidad.

Lám. 1ª Fig. 9ª El muelle *a b*, figúra 9.ª, lámina 1.ª, demuestra la verdadera figúra que deben tener, pues limándolos désde muy léjos, ésto és, una quarta parte de todo el muelle, y aún mas, y limado de módo que en *b* tenga la mitad de su ancho, y désde allí hásta la punta en disminucion como la hoja de una espada; és muy permanente, y háce jugar el trinquéte con gran libertad.

Lo que hágo siempre que véo un trinquéte roto, ó su muelle (de éstos mal héchos), és, desclavar enteramente el muelle. Le córto toda aquella porcion que hay désde el primer pasador hásta lo róto, y aún algo mas. Luego le límo segun la figúra *a b*. Le vuelvo á clavar en sus dos agujéros que le réstan, y en el que quéda al lado de la nueva punta del muelle, si lo permite allí, ó al lado de él suelo clavar el trinquéte nuevo. Porque en viendo yo algun trinquéte roto, con un pivóte muy azoquetado, ni siquiera le desclávo, pues sé que su agujéro por demasiado grande no me sirve. Pero si el trinquéte está bueno, y solo su muelle estába róto, despues de limárlo como quéda dicho, lo vuelvo á poner júnto á dicho trinquéte.

Los diéntes del caracól.

Á veces éstos suelen estár muchos de éllos tan gastados, que por éste motívo se rompe el muelle ó la cuerda.

Lo que hago és, supuesto que el trinquéte y su muélle estén buenos, poner el caracól si puedo al tórno, y sinó á las tenacíllas, y con cuidado límo por igual encima de todos los dientes alrededór del caracól, hásta que llégo con la líma á tocar en los mas cortos. Ésta operacion no és mny difícil, pues por debáxo del caracól se vé si quedan mas largos los diéntes en úna parte que en ótra: despues los empúnto, y profundízo con igualdad.

De la cuerda róta.

Poco hay que decir en éste punto, solo lo empréndo para encargar á los aficionados, que quando las clavan procúren que no quéde agarrotado el un pedazo de la cuerda con el ótro en el parage clavado. Ótros dexan al pasador que poner una cabecíta de un lado, y ótra del ótro, y suele no poder entrár la cuerda en el escalón del caracól. Y si éste pasador és el que ponen quando clavan el gáncho del lado del caracól, entónces como no éntra la cuerda, suele tropezar en el cúbo y parar el relox. Ótros añaden un pedazo mas grueso que la cuerda, y si és del ládo de arriba suele parárse el relox, por tropezar éntre el cúbo y la vára del piñon de minútos. Ótros al clavar dichos pasadóres revientan un eslabon de la cuerda. Un poco de cuidado al añadir una cuerda ó clavar un gáncho lo puede remediar todo.

Del lardón.

Ésta és una pieza que límada en cóla de milano, que llamámos, ajústa grandemente. A veces suele la mortája estár poco hónda, y entónces el lardón ajústa de

un lado, y se menéa del ótro. Para evitar éste inconveniente, vále mas luego á luego undir dicha mortája lo necesário, á fin de que ajúste como corresponde, y tener gran cuidado no limárlo muy en púnta, porque jamás ajustará del lado de adéntro. Si se viése que dicho lardón quéda muy cerca del cuerpo ó vára de las palétas, mas vále limárle por debáxo, al módo de algunos reloxes que vienen así de Inglatérra; pero sinó lo necesíta, mejor será que no esté limado, sinó un poco avellanado el agujéro, para que mantenga el aceyte.

Ès una cosa muy mala quando el lardón viene ajustádo á la naríz, con el auxîlio de dos pasadóres, para que le sujéten, yá por faltar la mitad de dicha naríz, ó por ótro motívo: entónces és preciso, ó que tenga el reloxero por casualidad la fortuna de hallar el agujéro en el sítio competente, ó se expone á echar á perder las palétas queriendo limar la úna, para que el relox no empúnte. En tal cáso és preciso pierda el reloxero en aquella compostura, y el dueño vá muy mal servido. Todos éstos males estában remediados con hacer la potánza nueva pagándola el dueño. Úno y ótro quedaban servídos, y el relox ganába, así en andar bien, como en su intrínseco valor.

Tocánte al agujéro de dicho lardón, me parece tan fácil ponerlo á la altúra del lardón viejo, que no necesita explicárse. Solo sí diré una observacion muy precísa. Ántes de hacerlo, míro si la ruéda catalína batía igualmente en las palétas. Y si por exemplo véo que tomába mas en la grande que en la chíca, entónces señálo el agujéro mas arrimado á la platína que lo que estába el lardón viejo. Y por la contraria, si tomába mas en la paléta chíca, arrímo

el agujéro del ládo del talón. Ésta precaucion facílita mucho para hacer el escápe.

El lardón del talón de la potánza.

Si el relox Inglés és bueno, y trác el agujéro del talón de la potánza en un diamante, como los reloxes de Ellicott, y despues el lardón con su piedra, para que las paletas descánsen sóbre él, és una grande invencion digna del ingénio Inglés. Pero acá en nuestras composturas de reloxes, hay reloxeros ó aficionados que quando el dicho agujéro del talón és demasiado grande, en lugar de encasquillárle le líman y le ponen un lardón: éste és un método muy malo y muy ignorante. Siempre es mejor poner ótro casquíllo que éntre en rosca: entónces el relox quéda en su primer ser, y andará mas segúro; pero del ótro módo facilmente se pára, y se parará cada vez mas; pues quanto mas grande se vaya haciendo el agujéro, con tanta mayor facilidad empuntará.

De los diéntes rótos en las ruédas.

Si en qualquiera de las ruédas, ménos la de cánto y catalína, hay un diénte ó dos rótos, los póngo; pero si hay tres nó, porque no gústo de chapucerías. Un remiéndo de tres dientes és muy expuésto; y aún hay quien háce el desatíno de ponerlo aunque séa de quatro ó cinco dientes, sin precaver las conseqüéncias. Convéngo en que en todos los pueblos no hay proporcion para hacer ruédas nuevas, y que la necesidad oblíga á mucho, pero tampoco háblo de ésta clase de artífices.

Siguiendo mi discurso digo que si no hay mas que un

diénte roto, hágo el agujéro *a* un poco mayor que el grueso del diénte roto, arrimado á él, como lo demuestra
Lám. 1.ª la figúra 10, lámina 1.ª, y avellanado de los dos lados:
Fig. 10. despues límo un pedazo de laton forjádo como si fuéra para un lardón poco mayor, y le dóy la forma, que vísta de fachada, represénta la pieza *m*: lo éntro bien ajustádo como un lardón, póngo las tenacíllas al torníllo, éstas tienen fírme la pieza, y ésta la ruéda. En éste estado fórjo de un lado de la ruéda dicha pieza, y despues córto lo que sobra del ótro lado, dexando solo un poco, y empiézo á remachárlo enteramente: despues límo lo restante, y dóy al diénte nuevo la mísma forma que á los demás.

Si en lugar de un diénte róto háy dos, entónces los
Lám. 1.ª póngo en cola de miláno, como se vé en *s s*, figúra 11.
Fig. 11. Si el diénte roto és en la ruéda de cánto, y ésta és muy delgada, le póngo como el diénte *a* (aunque rára vez) soldándole de modo que no se conozca. Pero si dicha ruéda és álgo gruesa, entónces páso un agujéro al través de su recámara, y le méto un pasador bien limado y ajustádo; luego le córto de la parte de abáxo, y le remácho un poco; despues le córto del ótro lado, y le dóy la forma que le corresponde como á los demás diéntes, verdad és que álgo se conoce, pero no háy soldadura, es curioso y segúro.

Tambien acontece á la ruéda catalína rompérsela un diénte: si és muy poco lo roto, fórjo un poco aquél diénte para que alárgue algo; tornéo la ruéda, é iguálo aquél y los demás. Si es bastánte lo que está roto, hágo la misma operacion, pero á veces por no dexar el lardón demasiado delgado, desclávo la ruéda para poder forjar el diénte con mas facilidad, sáco ótro pivóte, y vuélvo á clavárla, y re-

gularmente suelo tener que hacer ótro porta-pivóte nuevo.

Si és mucho lo róto, y no puedo hacer ésta última operacion, hágo una ruéda nueva.

Pero como siempre volvémos á la misma dificultad de no querer comunmente los dueños de los reloxes pagar el trabájo del artífice, pondré para alívio de éste un modo de soldar los dientes á qualquiera ruéda, aunque séa de cánto ó catalína, con toda limpieza, y que és imposible conocerlo.

Primeramente supóngo séa la ruéda qualquiera: se la háce una entálla en cola de milano en el parage donde fálta el diénte: despues se tóma un pedazo de hílo de latón largo, ó qualquier ótro pedazo de latón correspondiente para éllo, y se líma todo él, de módo que la púnta y algo más éntre en dicha entálla, y lo restánte del latón (aunque con la misma figúra) estará limado mas delgado.

Se meterá dicho latón en la ruéda, y que salga un poquíto por la parte de adéntro, como si fuéra para remachárlo: y de la parte de afuéra al cánto de dos pésos duros mas arríba, se le untará con aceyte hásta júnto á la ruéda: más arriba de éste se pondrán pedacítos de estáño y sal armoniáco: despues se hará que la llama del soplète dé aún mas arriba que donde está el estáño, y sucederá que derritiéndose éste, se resbalará con el aceyte, y soldará la porcion que debe estárlo en la ruéda; luego se córta el sobrante del latón, y se háce el diénte por delicádo que séa.

És muy mal hécho undir con un púnto las tres cruces ó brazos de la catalína, para ahorrárse el desclavárla: quéda muy desigual, y el escápe nunca vá bien.

De los diéntes rotos en los piñónes.

Solo el cañon de minútos permite tener un diente roto, y con todo puede andar el relox, pero en los demás no hay mas remédio que hacer el piñón. Algunos artífices habiéndose roto un diénte al piñón de minútos, acostumbran poner un clavíto en la misma ruéda, y háce el ofício del diénte roto: ó la rueda és muy fuerte, y el piñón muy grande, como en los reloxes que llamámos calentadores, y con todo el clavíto debe estár perfectamente puesto; ó sinó jamás el relox irá bien: de todos módos és una cosa muy mala.

De los pivótes rotos.

Mediante pagarse en éste país tan mal las composturas de los reloxes, como quéda dicho, me véo precisado á dár el remédio para los pivótes rotos: protestándo que no háy cosa que mas aborrezca que los remiendos, y mas si los reloxes son buenos. Si muchos dueños supiéran lo que és, me persuádo que primero quisieran hacer la pieza nueva, que no menoscabar la estimacion de sus reloxes.

Regularmente quando se rompe un pivóte suelen algunos sacar ótro de la misma varíta, luego encasquíllan el agujéro, y dexan una porcion del mísmo casquíllo, que sobresalga de la platína, que llamámos *tetína*. No hay cosa peor; y bien saben muchos reloxeros el inmenso trabáxo que cuesta armar una repeticion quando está llena de *tetínas*: júnto con ser unos remiendos que están tan á la vista, y que aféan tanto un relox.

El módo mas curioso para el dueño y para el relox és hacer un agujéro en la varíta ó piñón, séa del lado que

quiera, recociéndola lo ménos que se pueda, y meter allí un pedazo de acéro bien ajustádo, y que éntre á golpes suaves de martíllo, teniendo primero la advertencia de llenar dicho agujéro de salíva, que una vez seca, con el horin que cría por déntro, y lo que el pedazo que entró por fuerza, segúro está que se mueva. Despues poner el piñón ó lo que séa redondo por la púnta del mismo pedazo; torneárle, hacer el pivóte, y repulir la varíta ó piñón: de éste módo no se conocerá el remiendo ni habrá tetínas.

Si el pivóte de arriba de las palétas estuviése róto, siendo á la inglésa, se pondrá de ésta mísma suerte, pero desclavándo primero el volánte. Los que no tienen éste cuidado le déxan azul en el céntro, y aunque el pivóte esté bien puesto, el volante manifiesta que és postizo; pero si las palétas son á la francésa, aunque dicho pivóte se rómpa, entónces sí que se puede sacar ótro de la varíta que quéda, y despues se pone el casquíllo al mismo gallúzo, se quita el puente de latón, se déxa solo el de acéro para que el pivóte flóte contra él, y queda el relox tan seguro como si fuera nuevo.

El ganchíto del muelle de la muestra roto.

Éste és el único remiendo que no perjudica al relox como se ponga bien. El módo és acabárle de limar lo restante de lo róto, ó cortárlo cáso que se quíte por demasiádo córto, y haber puesto muestra nueva, y no sobresálga bastante de ésta: despues tal vez en el mismo parage se hallará un agujéro, ó sinó se hará, y se meterá en rosca ótro pedacíto de acéro, y de no poderse hacer así, se soldará, el que despues se limará, y dará la figúra necesaria; y si

para ésto há sido precíso recocer la cabeza de dicho muelle, se volverá á repulir para que quéde curioso.

De las piezas soldadas con estáño.

Si por una grande precision se suéldan los diéntes á las ruedas, como yá déxo explicado, és asúnto perdonable; pero si en lugar de aquél método curioso, se ponen unos pegótes de estáño, como á veces vémos en la ruéda de cánto, y aún mucho mayores en el talón de la potánza y en el lardón, para sujetárlos quando se menéan, és una chapucería que desacredíta totalmente al artífice, y suele atraérle mil sinsabores. Ménos inconveniente és no componer el relox, cáso que el dueño no quiera que se hágan nuevas las piezas que lo necesíten, ó que el reloxero no sépa ótro modo de componerlas.

Del cañon de la mano de horas.

Siempre que á un relox se le pone muestra de porcelána, no habiéndola tenido ántes, és preciso hacer nuevo el cañon de horas, porque como las muéstras de plata ú óro tienen el círculo interior en que está grabado el nombre mas báxo que el résto de la muéstra, y las de porcelána son cóncavas poco que mucho, no hay ótro arbítrio; y és muy mala costumbre la de poner pedacítos de náype ó de papel para que no tenga tanta holgúra dicho cañon, porque jamás la mano de horas vá jústa, y el dueño tiene motívo de quexárse, y con razon.

De los minutéros.

Yá díxe en ótra parte el módo de ajustar el cañon de minútos sin machacárlo, que és poniéndole un cabello do-

ble déntro. Ahora digo, que regularmente quando se múda la muéstra, y mas si el relox és bueno ó de repeticion, se débe mudar el cañon de la mano de horas, pues siempre se hálla ser demasiádo córto para la muéstra de porcelána, aunque fuese bien para la de metal. Y siendo el relox bueno, y el minutéro que tiene malo, tambien mudárlo (digo siendo de acéro ó de similor) por ser cortísimo el cóste de un minutéro, y quedar el relox con mas curiosidad.

De la lláve.

Siempre que el dueño de un relox píde una lláve, generalmente se procurará que váya bien al quadrádo del caracól, al de los minútos, y al del regístro. Ésto todos lo saben, por lo que mi encárgo és inútil: pero no lo será el que si acáso se dá cuérda al relox del lado de la muéstra, y ésta és de porcelána, procúren escoger una lláve, cuyo cañon no solo éntre algo jústo en el quadrado, sí tambien el que séa delgada de cañon, pues éllas son las que regularmente rompen las muéstras: y reconvenir al dueño, cáso que la lláve se rompa déntro de algun tiempo, que mas vale gastar en una lláve cada año, que no romper una buena muéstra de porcelána: qualquiera se hará cargo de la razon. Las lláves con cañon de acéro son malísimas; así me lo hán enseñádo mis maéstros en Ginébra, pues destrúyen el quadrádo del caracól.

Ótras muchas observaciones me restában por decir, pero no quiero ser molésto. Tampoco háblo del muelle real, que tambien és una de las piezas que suelen rompérse, cuya explicacion (y el módo de igualárle) con las demás, resérvo para un segundo tomo.

CAPÍTULO VIII.

Módo de hacer el agujéro en las muéstras de porcelána, para dár cuerda.

Acontéce algunas veces que á un relox, que se le dá cuerda por el lado de la muéstra, quieren los dueños se quíte la que tiene, por ser de óro ó de plata, y se pónga ótra de porcelána. El módo de hacer éste agujéro és, puesta la muestra con su falsa-pláca en la platína grande, y señalándo con tínta, ó lo que se quiera un punto perpendicularmente debáxo del agujéro del caracól. Y el módo mas fácil és, metiendo un palíto redóndo, que éntre ajustado en dicho agujéro, á éste palíto hacerle una púnta como la de un árbol de torneár, y al cábo de ésta púnta se pone la tinta, y señalará perfectamente en la muéstra el parage donde debe estár el agujéro.

Ahora se tomará el compás de gruesos, y una de sus puntas se untará tambien de tinta, y luego teniendo la muestra al horizonte de la vísta, de módo que se véa por debáxo y por encíma, se pondrá dicho compás de modo que la una punta tóque enmédio de la señal hécha á la muéstra, y entónces se baxará la ótra púnta del compás, como si fuéra para tomar el grueso de la muéstra, y como ésta ótra estába tambien untada de tínta, señalará encima de élla el púnto que tiene debáxo.

Luego résta hacer el agujéro, y para éllo se tendrá sóbre los dedos ó córcho la muéstra, y nó sóbre madera, y con un buril se señalará el agujéro, y se hará con un talá-

dro bien hécho, que sinó lo está puede romperla al pasar al ótro lado.

Despues se acabará dicho agujéro con una limíta redonda, que algunos llaman limatón, y con ésta se ensanchará el agujéro del lado que se quiera, cáso que no háya salído bien enmédio.

Pero prevéngo que para que la muéstra no se descascáre, así al agrandar con la líma éste agujéro, como el de los dias del mes; se ha de observar que la líma gáste, quando uno empúja hácia afuera, pero no quando viene hácia adéntro, porque entónces con la fuerza que se háce al retirar la líma, por poca que séa, agarrará alguna partícula de la orílla del esmálte, la háce saltar, y en una palabra descascarará la muéstra, y dicho agujéro y ventána son muy féos quando no están concluídos con limpieza.

Al dicho agujéro para que la llave no le descascáre tan facilmente se puede biselar. El módo és, tomando un pedazo de latón redondo, dos ó tres veces mayor que el áncho del agujéro: éste latón há de tener la misma forma de un árbol de tornear, y su garrúcha: y puesto en su púnta esmeríl con aceyte, como si se quisiéra taladrar dicho agujéro, se biselará. Justamente en Madrid se vende esmeríl, para despues de biselado, pulirle en algun módo.

CAPÍTULO IX.

Del módo de componer un relox de repeticion.

Si el lector se ha hécho cárgo de todos los requisitos y circunstáncias que déxo encargádo en el módo de com-

poner un relox regular, poca dificultad tendrá en componer uno de repeticion. Primeramente en éste hay todas las piezas arriba expresadas, y que piden el mismo cuidado. Además de ésto hay un rodage para la quadratúra, éste, en cáso de descomponérse, píde tambien las mismas precauciones que las piezas de la muéstra.

Tocánte á la quadratúra poco me extenderé habiendo muchísimo, pues sería menester que éste libro fuése en folio grande, porque si solamente se usáran de un solo género, así como los reloxes regulares, que á resérva de la ruéda catalína ó de cilíndro, las demás ruédas son siempre un mismo caracól, un mismo tambor, una misma ruéda de minútos &c.; yá estaría enterado con la explicacion que hé hécho del módo de hacer una quadratúra entera, así como expliqué todo un relox. Pero no ignorará el lector reloxero la diversidad de quadratúras que hay en Madrid: ésta me imposibílita dár un método circunstanciádo de cada una de por sí. Y así solo daré algunas nociones.

Toda repeticion descompuesta que llléga á manos del reloxero anduvo ántes bien, luego si se pára, ó será por tener algo róto, ó alguna piéza viciáda.

Primero se mirará si la quadratúra tiene alguna piéza nueva, hécha por ótro reloxero, si háce bien sus efectos (háblo en el supuesto de estár lo restante corriente) ó si hay alguna machacáda, como sucede muchas veces á la pieza de quartos, á la que lúde á ésta, que llaman todo ó nada, á la cramelléra, y á la uñéta ó dédo de encima de la pieza de quartos ó los muellecítos. Qualesquiera de éstas puede hacer dár mal las horas ó los quartos. Sin con-

tar el que muchas veces, por estár estropeada la pieza de quartos, ó por haber empujádo el boton de la repeticion un si és no és, suele caer dicha pieza, ánda el relox, el limazón de quartos no puede pasar, por atascárse en élla, y el relox se pára.

Si la quadratúra és de aquéllas antíguas, que tienen en la mísma platína y éntre las demás piezas el limazón de horas con tres clavítos encima, y ótra pieza con tres dédos; y al dár un quarto se méte el un clavíto déntro del un dédo, á la média déntro del segundo, y á los tres quartos déntro del tercero; no estrañaré que el reloxero no le componga bien, pues son unas quadratúras muy malas.

Pero si en lugar de éstas fuése una quadratúra de las que tienen un limazón con 12 diéntes de un ládo, y del ótro tres para los quartos, y encíma una espécie de roquéte con ocho dientecítos mas áltos únos que ótros progresivamente, que tócan los quartos y los médios quartos, y una pieza grande á módo de trinquéte, que háce charnéla en el médio, y éste éntra en éllos: Dios nos libre de semejantes reloxes, pues me persuado que su mísmo autor tal vez no sabría componerlos[1].

Pero dexándo aparte éstas máulas, y volviendo á los reloxes buenos: digo, que si fuése repeticion de éstas que se levántan las uñétas, estándo la quadratúra parada, y se

(1) Si el curioso lector quiere saber qué género de quadratúra és ésta, véa el segundo tomo de *Thiout*, y en la lámina 36, figúra 1ª la hallará; y en la pag. 366 hallará su explicacion. Yo estráño que éste famoso autor se tomáse el trabájo de dárnos la inútil narracion de obra tan despreciable. Bien decía nuestro Cervántes que no había libro bueno que no tuviese algo malo.

báxan quando se la empúja como las repeticiones de *Ellicót*; éstas son muy buenas, segúras y muy apreciables. Rára vez cáen en ninguna falta, por ser muy sólidas y de mucha dúra. Y si al armárla el reloxero no acertáse luego á luego; váya poco á poco, tenga paciencia, que las mismas piezas le indicarán el parage donde corresponden.

Las que son á la francésa, con médios quartos, suelen ser bastánte seguras.

Las que repiten despues de los quartos, los minútos de 5 en 5, sucede lo mismo.

Las que repiten despues de los quartos todos los minútos hásta los 14, porque al 15 yá dán el ótro quarto, son bellísimas, pero muy delicadas, y para mi gústo son las mejores, pues de noche se sábe qué hora és, sin discrepar un minúto, lo que no tienen las ótras repeticiones.

Las que tienen despertador, y son modérnas, suelen ser muy seguras, pero las antíguas muy malas.

Las que son, además de repeticiones, campána de por sí y despertador suelen ser muy buenas, pues solo los grandes maestros las empréndén. Las antíguas de ésta clase no valen mucho.

Las que repiten en los reloxes de coche horas y quartos, y repiten de por sí la hora á cáda quarto, y no dán úno ni ótro si no se quiere, y con despertador, tambien suelen ser muy buenas por la misma razon.[1]

Y así encárgo con todas véras, que nunca se macháque ninguna pieza de la quadratúra, porque si hásta que el re-

(1) Antes que se acabáse de imprimir éste libro, he visto que hay en Madrid Comerciantes que hacen venir de ésta clase de reloxes de una construccion malísima.

lox se há descompuesto había tocado siempre bien, és consiguiente podrá hacer lo mísmo. Y sinó lo háce, és prueba que no está la quadratúra bien armada; ó alguna pieza en su lugar, ó alguna que ótra machacáda por ótro reloxero ó aficionado.

Hé visto una bella repeticion de *Grahám*, que tenía tan machacádas las mas de las piezas de la quadratúra, y el relox de por sí tan estropeádo, que absolutamente no valía yá mas que el péso de sus caxas.

Puede un relox de repeticion parárse si la ruéda de cánto tropieza en el tambor de la sonería, ó en el martíllo grande. Lo mismo hará si el segundo limazón de quartos ó saltadéra arrástra, como en algunas quadratúras, sóbre la rueda chíca de minútos, por ir ésta sóbre un puente, que tal vez no está horizontal, ó en ótras sóbre la cramallléra. Como asimísmo se parará en ótras, si dicha cramallléra, despues de haber tocado la hora y los quartos, no se retíra enteramente hásta la charnéla; porque suele ótra segunda pieza atascárse con el limazón de quartos, no poder pasar éste, y parárse el relox.

Finalmente si al relox de repeticion se le pone muestra nueva de porcelana, se há de tener mucho cuidado, que alguno de los piés de ésta no tropiece en alguna pieza de la quadratúra, pues la estorvará tal vez, que tóque, ó que tóque bien.

CAPÍTULO X.

Del módo de componer un relox de sobre-mesa.

Con las luces que habrá adquirído el lector, séa aficionado ó reloxero en éste líbro, y con las que la experiéncia y su discernimiento le hayan ministrado, le será facilísimo componer un relox de sobre-mesa. Son siempre unos mismos casquíllos, aunque todo mas grande, unos mismos engargántes y unos mismos arrástres, por cúyo motívo, y el de saber componer un relox de repeticion, en poco tiempo que componga reloxes de sobre-mesa, ó de pésas con péndula córta, mirará éste trabájo como una cosa bastánte fácil, y tan gustosa que no cánsa la vísta.

Pero sin embárgo háy reloxes de éstos, en que se hallará, quando ménos piense, bien enredado: yá quando son reloxes antíguos, ó yá quando son de obra comun, como algunos que vienen muy baratos; y sobre todo, quando hán estado maltratados por algun aficionado. Para lo qual pondré aquí las advertencias correspondientes.

Despues de límpio poco mas ó ménos un relox de sobre-mesa, y qualquiera ótro que séa grande: cuya operacion és precisa, ántes de pasar á componerlo, se pondrá la catalína, la ruéda de cánto, y las palétas con la pendolíta (yá no hablaré mas de encasquillar agujéros quando se necesitan, engargántes &c., pues lo doy por supuesto): si el escápe está bien no hay que hacer; pero si se menéa poco, és menester subir la catalína por el tornílo que está en la potánza, sóbre el qual descánsa su pivóte inferior:

ésto se lláma forzar el escápe. Si cáe mucho mas de un diénte que de ótro, aquí és el cuidado. Suele acontecer, por motívo que el puente que sostiene la catalína por el pivóte superior, estará tal vez machacádo ó torcido; para vér si está bien, el módo és, mirándo por encima del cuerpo de las palétas dicho agujéro: si está perpendicularmente debáxo, está bien la catalína; pero si se vé que dicho agujéro sále mas de un ládo que del ótro, és prueba que dicha rueda está mal colocada, y que dicho puente puede estár torcído. Para mejor asegurárse és menester quitar las palétas, mirar si están torcidas, cosa que muy á menudo sucede, enderezárlas, y volvérlas á poner; mirar si las dos palétas son de igual áncho, y si no lo son ponerlas; mirar tambien si la cuchilla está gastada, como se demuestra en *a*, figúra 12., y limárla para que quéde, como se vé en *e*, quitando sin embárgo lo ménos que se pueda, y despues aducirla y pulirla. El puente donde éntra dicha cuchilla tambien suele gastarse, como lo manifiesta la letra *c*, haciendo con el flotamiento de aquella la sepultúra *c*, y para remediarlo, se limará el puente segun señalan las líneas *c s* y *c t* en dicha figúra 12. Si todavía empúnta, aunque dicho pivóte superior parezca estár debáxo del cuerpo de éllas, se mirará por un lado de la jáula dicha catalína, y se verá que estará ladeáda, yá hácia la ruéda de cánto, para que su engargánte séa bueno, ó yá hâcia el ótro lado por la misma razon. En tal cáso se procurará ponerla perpendicular de todos módos; repasar el engargánte de dicha rueda de cánto, y entónces se hará el escápe con mucha facilidad. Si empúnta la paléta grande por haber limado la cuchilla *a* se pondrá un lardón en *c* para que la leváante.

Lám. 1ª Fig. 12.

Despues se armarán todas las piezas del movimiento, y se echará á andar el relox. Si al andar saliése cási toda la perita de la péndula del un lado y del ótro de la platína, está bien el escápe; pero si al andar cojéa la péndula, se mirará el relox por detrás de este módo: se tomará la péndula suavemente con dos dédos: se la hará escapar un diénte, y se observará á qué distáncia del agujéro de enmédio de dicha platína se hálla la vára; despues se la hará escapar ótro diénte, y se mirará si del ótro lado de dicho agujéro se hálla la vára á igual distáncia, si no lo está, y está torcida la vára se enderezará, y si no basta, ó con ésta operacion se encontráse peor, entónces se torcerá la vára por la parte de arriba júnto á las palétas, hásta que escápe á igual distáncia de un lado y de ótro de dicho agujéro; si con todo ésto cojeáre: és prueba fixa que la mesa sobre que está el relox no está horizontal.

En las sonerías así de horas como de quartos, suele haber cítas, que és una señal éntre dos diéntes de una ruéda, y ótra señal en un diénte del piñón en que engargánta: al armar éstos reloxes, se há de tener cuidado de tomar un hilo, y hacerle un lazo escurridizo, y con él coger las dos váras así de la ruéda como del piñón, y apretárlos un si és no és; y así las demás cítas: el lazo escurridizo és muy aparente para éste fin, porque al poner la platína de encima, y al meter las ruédas, aunque se háya entrado una de las atadas, al meter la ótra que esté sujéta á élla, dicho lazo dá de sí lo necesario; sin ésta precaucion al meter dichas ruédas, regularmente se extravían de sus cítas, y todo vá mal.

Si el relox és de dias de mes, se há de observar despues

de puesta la muestra, si múda dichos dias á las 12; únos hay que empiezan á múdar á las 11 y quarto, y acaban de mudar á la una ménos quarto (éstos me gústan), ótros empiezan á las 10, y acaban á las dos, ésto és féo.

Si el relox señala los dias de la luna y sus fases, ó los dias de la semana, poco tiene que observar.

Si és de música, el mísmo rodáge, y las mísmas cítas: pero quando se desárman éstas sonerías se há de tener cuidado, y mas si és algun aficionado, de poner cada rodáge separadamente en una caxa de madera ó de carton fuerte, para no confundir las piezas. Se há de observar si el cilíndro tiene todas las púntas derechas, sinó enderezarlas; si le falta alguna ponersela, que és muy fácil, limando un poquíto de latón redondo, metiéndolo en el agujero bien ajustado, cortárlo despues al dóble mas largo que las demás, y luego dándole unos golpecítos algo fuertes con el martíllo se acába de sujetar: despues se córta al igual de los demás, ántes algo mas largo que córto: despues se háce correr el rodáge con el cilíndro, y si és demasiado largo el martíllo que corresponde á aquélla nota, no escapará, ó levantará mas que los ótros, y por consiguiente és preciso limárle un poco: despues se procurará redondeár la púnta ó púntas así de dicho clavíto como de los demás que se pongan. En ótro capítulo explicaré el módo de picar los cilíndros, ponerles todo género de música, y poner todas las nótas ó clavítos del cilíndro á igual distáncia con muchísima facilidad.

CAPÍTULO XI.

Del módo de componer un relox de péndula real.

Cada vez me parece que véo á mi lector mas instruido en la reloxería, y que hálla las cosas mas fáciles. Yá no hablaré de muchos asúntos, dándolos por supuestos; y aún en éstas péndulas reales nada diré del escápe con áncora de segúndos fixos, ó escápe de Grahám, por reservar así éste como ótros distintos escápes para un capítulo separado.

Si el relox és de áncora de retrogrado (llámola así aquélla, cuyo minutéro ó mano de segúndos retrocede á cada segúndo) és un escápe de los mas fáciles, y que no dán que hacer: pero en ésta y demás péndulas cuidado como se encasquíllan los agujéros de los pivótes de las áncoras; despues si ésta estuviese muy gastáda por la ruéda, y fuese muy áncha como en algunos reloxes, lo mejor será undir un casquíllo hácia déntro, y sacar el ótro afuera, á fin de que la rueda flóte y trabáje en las partes del áncora, que todavía no están gastádas, y si fuere estrecha limar todo lo gastado, cerrárla un poco si se quiere y aducirla; ó bien hacer ótra áncora nueva.

Ótros muchos géneros de escápes se hán inventado, únos muy buenos, y ótros muy malos: no me extenderé en dár la explicacion de éllos, lo úno porque regularmente todos los reloxes de péndula real que vienen á España son de áncora, bien de retrogrado ó de reposo, lo ótro porque el curioso podrá vér cási los mas en el Tratado de

reloxería de *Thiout* [1], y qualquiera diría que yo no había hècho mas que copiar sus capítulos y estámpas; pero con todo no dexaré de dár algunos (de los que tengo observádos, por ser mas especiales) en ótro capítulo, con el fin de que mis países apréndan.

Tambien suelen hallárse algunas péndulas de equacion: en éstas no básta que el reloxero sépa encasquillar agujéros, y hacer engargántes. Píden una cierta inteligéncia y mucha precaucion, yá séa en la suspension de la vára de la lentéja, por estár compuésta de muchas piézas muy difíciles, y al páso que gruésas muy delicadas, yá séa en la mísma vára, que tambien suele ser de distintas piézas, y que tal vez sírven de termométro, como sucede en la péndula real de Berthoud que tiene el Serenísimo Señor Príncipe de Astúrias [2]; y yá séa porque la lentéja suéle tambien estár complicada de piézas, como és la de la péndula real de Ellicótt, que está en la Cámara del Rey mi amo[3].

Separadamente de lo dicho, éstos reloxes suelen tener algunos regístros muy estráños para atrasárlos ó adelantárlos, con los que se há de tener cuidádo al armárlos; y el mismo encárgo al ponérles el rastrillo que lúde encíma de la cúrva; éste en algunos reloxes és muy fácil, y en ótros nó, cúyo asúnto és precíso observar ántes de desarmárlo.

Los háy que en lugar de señalar la equacion con un minútero mas; és una segunda muéstra quien la señala: de

(1) Tomo I. Láminas 40 hásta 45.

(2) Que hoy reyna felizmente con el nombre de Cárlos IV.

(3) Este libro le escribí en tiempo de su augústo padre Cárlos III., de quien fuí reloxero de Cámara, y cuyo honor me continúa su magnánimo hijo.

ésta clase hay ménos por ser mas antíguos; y á mí no me gústan mucho.

CAPÍTULO XII.

De los reloxes despertadores, y módo de hacérlos así de sala como de bolsíllo.

Fué ésta una invencion de las mas útiles en la reloxería, porque ciertamente és gran satisfaccion para un sugeto que quiera un dia madrugar, tener un relox que le sírva con mas puntualidad que ningun criado lo haría. En algun tiempo fué tan aplaudída, que se hiciéron infinítos así de sala como de bolsíllo.

Ésta curiosa idéa tiéne la propiedad de poderse poner de un módo sumamente fácil, lo que no és de poca importáncia para las personas que no pueden gastar mucho dinero, como se vé en algunas péndulas de los Suízos; pues una rueda catalína, y con élla una garrúcha, unas palétas, cuya vára prolongada sírve de árbol al martíllo, un disparador, y una rodája con su cañon son todas las piézas de un despertador de ésta cláse de reloxes: daré de páso la explicacion de éstas piézas.

La garrúcha sirve para la cuerda que de un lado lleva la pésa y del ótro la contrapésa: ésta garrúcha se menéa sin la ruéda, para cuyo efécto, y el de tener la pésa quando está subida, lléva su trinquéte con su muellecíto, ó sinó un círculo de hierro que háce muélle, y con un gáncho prénde en una de las crúces de la ruéda.

El disparador tiene dos colas, úna que afírma contra

un clavíto que háy sóbre dicha ruéda, y la ótra que descánsa sóbre la circunferéncia de una rodája, que con su cañon vá puesta en el de la ruéda de mano: en éste estádo está el despertador parado, hásta que andándo el relox, ésta cóla cáe en una mortája hécha en dicha rodája; entónces la ótra cóla se aparta del clavíto de la ruéda, corre ésta y tóca el despertador.

Para ponerle á la hóra á que uno se quiére despertar, lléva tambien una muestrecíta sóbre el cañon de dicha rodája, en la qual están grabadas las 12 horas, y la mano de la muestra grande lléva una colíta que señala en éllas la hóra, y sírve de éste módo: supongo me quiero despertar mañana á las 4, voy dando vuelta á dicha muéstra (del lado que los minutéros andan), hásta que el 4 se hálle debáxo de dicha cóla, doy cuerda al despertador y nada mas.

Para grabar las horas en ésta muéstra chíca, se há de cuidar que quando esté dicha mano en las 12 de la muéstra grande, hacer venir la mortája para que cáyga el despertador: entónces se señalarán las 12 en la muestrecíta en el parage donde apúnte la cóla de dicha mano, y en frente serán las 6. Las demás horas no tienen dificultad, pero estará grabada al revés, quiero decir, que en el sítio donde se habían de grabar las 11 se pondrá la 1: donde habían de estár las 10, se pondrán las 2: y por consiguiénte se pondrán las 3, las 4 y las 5 hásta haber llegado á las 6; y despues se continuarán las demás hóras.

Ésta narracion puede contribuir para la inteligéncia de los demás despertadores.

En las péndulas de sobre-mesa se pone una ruéda mas, con un cúbo y su muélle, que hága el efécto de la pésa:

entónces dicho cúbo se sujéta á la platína con dos tornillos; y el árbol de ésta ruéda sále fuera, y por él se dá cuerda al despertador. Dicho árbol lléva un roquéte para el trinquéte que está clavádo en la ruéda; y tambien dicho árbol lléva un gáncho para el muélle, y sírve de árbol del cúbo; su rueda engargánta en la catalína &c.

En éstos reloxes se ponen dos alambrítos, que hácen muélle arrimados á la cóla del martíllo: el úso de éllos és para quando esté el despertador parado, que el martíllo no llégue á la campána; pues regularmente ésta sírve para las horas, y como dichos alambrítos son muy suáves, no impíden al martíllo del despertador hacer su efécto.

En los reloxes de bolsíllo háy muchos géneros de despertadores. El mas fácil és con un solo martíllo que llaman de áncora: entónces el rodáge se compone de ruéda grande con su cúbo al módo de las repeticiones, solo que és mas álto: primera ruéda: ruéda de cánto (que regularmente és de acéro): rueda catalína de lo mísmo, y palétas; y en lugar de volánte el martíllo. Bien entendido que en tal cáso las palétas se hácen al revés: dicho martíllo lléva un clavíto que sále del ótro lado de la platína por una abertúra en médio círculo, y á la qual detiéne el disparador de un lado, ínterin que del ótro apóya sóbre la circunferéncia de la rodája: ésta lléva su cañon y su muestrecíta como yá quéda explicado. *Véase la figúra* 13, *lámina* 1.ª

Lám. 1.ª Fig. 13.

En la platína chíca se cláva la potánza, la qual és muchísimo mas fácil que las demás. Los pivótes de éste rodáge tambien son mas gruesos que lo regular.

Han variádo diferéntes reloxeros sóbre el módo de

hacer disparar éstos despertadores; y así como háy algunos, cúya invencion és muy sólida, en ótros és muy falsa. De ésta clase son aquéllos que tienen una mano (ó especie de minutéro) de acéro con una mortája por címa; y en la de horas (que siempre vá levantada) un clavíto: vá andando el relox, y arrastrándo éste sóbre la mano de acéro, hásta que llléga á la mortája, que entónces cáe en élla y tóca el despertador. La experiéncia de más de 37 años que estóy componiendo reloxes, me há hécho conocer quan nécia és ésta idéa; y la poca que tienen los que los fabrícan: pues además del gran flotaménto que súfre la pobre mano de horas, su clavíto se gásta, y aún mucho mas el agujéro de dicha mano; sin contar lo expuesto que está, y con qué facilidad háce faltar el despertador, y ótros inconvenientes.

Por la contraria aquéllos héchos al tenor de los que llévan una muestrecíta, son muy segúros, pues siempre la rueda de mano consérva su libertad, y el despertador la súya; y tocante á éste, el que manifiesta la figúra 13, lámina 1.ª, és de los mas segúros: *a* és la rodája que vá sóbre la ruéda de mano ajustadamente, *bd* el disparador, *s* el clavíto del martíllo, á quien el ángulo del disparador detiéne, hásta que el gáncho *b* caíga en la mortája *c*, y *t* és el muélle que oblíga al disparador á apoyar sóbre la rodája. Cláro está que andando la rodája *a* sóbre la ruéda de mano, quando se presénte la mortája *c* cáe el gáncho *b* en élla, y se apárta el ángulo *s*, quéda líbre el clavíto *s*, y quedándo tambien líbre el rodáge tóca el despertador. Lám. 1.ª Fig. 13.

Ótros despertadores se hácen con dos martíllos, éstos no son mas seguros que los ótros, pero sí mas curió-

sos: entónces el rodáge imíta al de una repeticion, y aún por debáxo de la muéstra llévan un poco de quadratúra. La diferéncia que hay de los de áncora á los de dos martíllos és, que los de áncora, acabado de dár el despertador, si se hécha el relox al bolsíllo, suéle por un córto espácio de tiempo dár el martíllo algunas campanadas, por hallárse líbre; en lugar que los de dos martíllos acabado que séa de dár el despertador, quédan físos, y no tienen semejante falta, si acáso ésta lo és; pero tambien son mucho mas costosos (1).

CAPÍTULO XIII.

Del módo de hacer los reloxes de segúndos, que algunos llaman de instántes.

Esta cláse de reloxes tiénen muchísimo mérito; pero son de aquéllos que requieren estár muy bien héchos, y báxo de unas reglas muy sólidas, v. g. los reloxes de segúndos que son muy chátos cási se puede decir que no son segúros.

Éntre ótros muchos reloxes de segúndos hé compuesto dos, héchos por dos autores muy hábiles; y és cosa particular que el que me parecía que lo éra, su relox no valía cosa, y el del ótro éra sumamente segúro. Éste éra un relox de segúndos de *Ellicótt*, poco mas álto que lo regular, y el cúbo cogía toda la altúra de la jáula, además de

(1) Berthoud en su *Essai sur l'Horlogerie* explica muy bien ésta clase de despertadores, y lo demuestra en la lámina 10 de su tomo 1º

ser bastánte grande: el caracól tambien lo éra, y aún tenía una vuelta mas. Estában observadas en él todas las precauciones necesárias para que anduviese bien, y así lo hacía.

El ótro era de *Berthoud*, y me maravillé que un profesor á quien tengo por úno de los mas hábiles de Europa pudiése haberlo hécho con la falta tan grande que diré. Éste relox se le mandó hacer en París por nuestro Embaxador (1). Era de repeticion sórda, y los segúndos estában en el céntro. No se puede negar que todo él está primorosamente hécho, así en la quadratúra como en todas las demás piézas; pero como los hombres mas grandes á fuerza de querer sutilizar una cosa, suelen tal vez deslizárse y pasar el médio en que consiste la virtud: sucedió que curióso de que éste relox no hiciése tanta diferéncia del calor al frío como los demás reloxes, mandó construir un termómetro portátil para el bolsíllo, y con él fué arreglándo el relox: resultó de éstas observaciones que le víno á poner un muélle real muy débil, y un volánte muy grande y pesado, sin embargo ser el relox de cilíndro. Volvió el Excelentísimo Señor Conde de Fuentes á Madrid, se le paró el relox, me le dió para componerle, y viéndome bien apretado para arreglárle con la puntualidad que los demás, consulté el *Ensáyo de Reloxería* escríto por dicho *Berthoud*; ví que hablába de éstos reloxes, y que decía *es cierto que están prontos á parárse al dédo, pero no lo hácen*; y en ótra parte dice: *que para éllo és menester servirse de acéyte de Provénza fresco*. Con que en éste país que no tenemos seguridad en que el acéyte de Francia que nos

(1) El Excelentísimo Señor Conde de Fuentes.

vénden, séa positivamente de Provénza ó de ótra parte, como ni tampoco en que séa fresco, és preciso estár expuestos á que semejántes reloxes ánden mal con ser buenos, solo por la falta del acéyte, extra de las que enciérran en sí el muelle y el volánte.

Por lo demás no és mi intencion disminuir el superior mérito de dicho *Berthoud*, ántes bien me alegrára que mi habilidad igualáse á la suya: es *Berthoud* hombre aplicadísimo, y que há hécho honor á su pátria; y si hubiése dexádo su relox con el volánte y muelle correspondientes, y le hubiéra aplicado el termométro metálico que tiene un relox de *Josiah Emery*, mandado hacer (por nuestro Embaxador en Lóndres el Excelentísimo Señor Duque de Almodóvar) á éste autor, todo estába remediádo, pues éste relox no háce diferéncia del calor al frío.

Hé citado éstos dos cásos para demostrar á mis paísanos con quanto cuidádo se debe andar al fabricar los reloxes de segúndos, que mas vále que les sóbre la fuerza, que no que les fálte; y aún mucho mas en los reloxes de segúndos fíxos, de los que daré tambien el módo de hacérlos: pero primero trataré de los regulares.

Únos han hécho reloxes de segúndos sirviéndose de la ruéda de cánto, á la que arreglándo para éste fin el número de dientes á todo el rodáge, la hacían que su pivóte inferior salíese hásta fuera de la muéstra, y lleváse una agujíta de segúndos, los que señalába en una pequéña muéstra que para éste efécto se ponía éntre la hóra 6 y el céntro de la muéstra. Ésta móda cesó, yá séa porque los segúndos éran muy diminútos y apénas se distinguían, yá porque el flotaménto en la ruéda de cánto impedía la se-

guridad del relox; por cúyo motívo no daré su calíbre, ni el número de diéntes de sus ruédas.

Ótros reloxes de segúndos háy, que consísten en un piñón, que engargánta en la tercera ruéda, la varíta de éste lléva la agúja de segúndos, y los señala tambien en una pequéña muéstra como los antecedentes. Éste método és mas segúro, pero éstos reloxes tampoco me agrádan, porque los segúndos no son perfectamente segúros, en proporcion á las vueltas que dán las ruédas, como dice *Thiout*, página 357.

Ótros hácen pasar la tercera ruéda al ótro lado de la platína, y por consiguiente el piñón de la de cánto. Dicha ruéda tiene 60 diéntes, y engargánta tambien en ótro piñón de 12 que tiene un cañon, déntro del qual éntra el de los minútos, y el que llamarémos de los segúndos, lléva la agúja, y los señala centralmente en toda la muéstra: despues se póne un puente de acéro con un cañon, sóbre el qual se póne la ruéda de mano: muchos háy que critícan éste módo de segúndos por los muchos flotamentos que tiene; pero lo que véo és, que los dos reloxes arriba citados, el de *Ellicótt* fabricado de éste módo andába muy bien, y le conocí en éste estado mucho tiempo: aunque tambien créo que el de *Berthoud* quitándole el volánte, y substituyéndole ótro mas ligero, como asimísmo ótro muélle mas fuerte, andaría todavía mucho mejor por la razon siguiente.

Há inventado dicho *Berthoud* un género de reloxes de segúndos, que son muy difíciles de executar, pero muy ventajosos para la seguridad: consíste en que la ruéda penúltima que és la que está ántes de la de cilíndro, la póne

enmédio de la jáula por déntro, en lugar de la de minútos, y está por consiguiente á un lado: á la parte de afuera de la platína póne un cañon de acéro, por déntro de él pása la varíta de dicha ruéda penúltima, y élla mísma lléva la agúja de segúndos; y sóbre dicho cañon se póne el de minútos. Éntre las ingeniósas invenciones de éste autor, seguramente ésta és una primorosísima; por lo demás en punto á escápes de cilíndro, que son los que regularmente se pónen á ésta cláse de reloxes, *Berthoud* se parece á mí, que aunque háce muchos, tampoco es amigo de éllos.

Mediante éstas observaciones qualquiera podrá hacer un relox de segúndos, pues si el lector está inteligenciádo, en lo hásta aquí escrito, y en estado de ponérlo en práctica, será por demás que yo me detenga en explicar piéza por piéza.

El año ántes que volviése yo de Ginébra y que mi compañero muriese, ayudamos á nuestro maestro á hacer un relox de segúndos de bolsíllo con cuerda para ocho dias, el qual se presentó á nuestro Monarca (que Dios guarde) [1], le consérva hoy dia su Magestad en su Gabinete éntre sus reloxes curiósos. El cúbo de éste relox cogía désde fuera de la platína hásta su céntro, y por consiguiente éra grandísimo, y el caracól á proporcion; pero mi maestro que gustaba mandarnos hacer quantas obras había mas difíciles, nos hízo el calíbre de módo que el piñón (que sinó me engáño al cábo de 38 años éra el de la ruéda de cilíndro) éran dos piñónes en una mísma vára y de una mísma piéza, pero el úno mas grúeso que el

(1) En ótra parte hé dicho yá que éste líbro le hé escrito durante el reynado del Señor Rey Don Cárlos III.

ótro: el úno llevába dicha ruéda, y el ótro hacía andar la de los segúndos. Jamás hé hécho piñón mas difícil, porque el mas pequéño lo éra, por habérle torneádo para que así quedáse del grueso que le correspondía, y como tenían su varíta enmédio, sucedía despues de templado, que si ponía el un piñón redondo, el ótro no lo estába; si ponía éste ótro, el primero se desigualába; y además de ésto algunos se me rompiéron.

Algunas personas háy que quieren se les ponga segúndos á sus reloxes que no los tienen [1]. Para ésto si la ruéda de minútos no tiene 60 diéntes se quita, y se pone ótra que los tenga: se háce nuevo el piñón de la tercera ruéda con seis diéntes, y se le cláva tambien ótra extra de la suya, que salga fuera de la platína con 60 diéntes, ésta engargantará en un piñón de 12 con su cañon que irá sóbre el de minútos, para cúyo efécto se disminuirá éste; y finalmente se pondrá su puente de acéro con su cañon para la ruéda de mano, pero no á todos los reloxes se les pueden añadir segúndos.

La figúra 14. és ótro relox de segúndos. Véase el capítulo que tráta de vários reloxes curiósos. Lám. 1ª Fig. 14.

Tocánte á los reloxes con segúndos físos todo el secreto consíste en que el cañon de segúndos lléva clavado un roquéte de 60 diéntes: se pone un trinquéte con su muelle [2], y sucede que andando el roquéte cáe el trinquéte, y aquel córto espácio que tarda, hásta que el impúlso

(1) Tengan mis paisanos cuidado con éste párrafo que és muy curioso.

(2) En algunos reloxes Franceses éste resálto ó especie de trinquéte és de latón, su muelle de cerda, el qual está sujéto á un pitón como

de la tercera ruéda la hága mudar ótro, está parado, y señala cada segúndo de por sí lo mísmo que las péndulas Reales; pero cuidado con éste trinquéte que há de ser lo mas lárgo que se puéda, y que su muélle, además de ser suáve, le tóque en el céntro, para que el roquéte puéda levantar su punta con muchísima facilidad (1).

Confieso dos cosas, la úna los muchos flotamentos que tienen éstos reloxes, y la ótra lo mucho que me gústa vér un relox de bolsíllo que señále los segúndos físos. El módo que hé halládo para suplir aquéllos defectos és hacer éstos reloxes mayores que lo regular: pues siempre que hé podído hé abandonado la móda por la solidéz en la obra.

Ótros reloxes se hán hécho que la agúja caía de segúndo á segúndo en dos gólpes. Ésto consistía en los únos, en que el escápe éra de dos volántes (dicen que son bastánte seguros), y en ótros en la numeracion de las ruédas.

En ótros (aunque háy pocos) tardába la agúja un segúndo entero en caér, lo mísmo que las péndulas: ésto consiste tambien en el volánte, que és muy grande, y el escápe que no báte mas que 60 gólpes ó vibraciónes en cada minúto. El aficionado ó profesor podrá escoger éntre tantos reloxes de segúndos el que mas le agráde para fabricárlo.

el del espirál; mediante ésto, así como el pitón de un espirál se menéa hácia fuera ó hácia déntro para que el espirál quéde en médio del tenedor del regístro, así tambien éste se menéa lo mísmo para que dicho resálto engargánte mas ó ménos en dicha rueda ó roquéte de los segúndos fixos.

(1) Yo pongo un resálto semejánte al de la estrélla de una quadratúra de repeticion.

CAPITULO XIV.

Del módo de hacer los reloxes de cabecéra ó de coche.

Esta cláse de reloxes és en todo tan cómoda, que no sé por qué no son mas abundantes. Son utilísimos en un viáje para qualquiera Señor, pues déntro del coche le sírve, y en la posada, sóbre todo de noche, lo mísmo que un relox de sobre-mesa, mayormente con las particularidades ó primores que hóy se construyen. El que voy á dár por modélo tiene las de tocar de por sí hóras y quartos, repite á cada quarto la hóra, y no la dá sinó se quiere, és de repeticion; y puede executárse en pequéño.

Primeramente el cañon de minútos lléva por debáxo quatro púntas ó pícos que hácen levantar la colíta *a*, lámina 2.ª, figúra 15 del mazo *p*. Éste lléva dos clavítos 1 y 2: el 1.º afírma contra el muélle *b b*, y el 2.º á medída que dichas púntas del cañon de minútos hácen levantar la cóla *a*, vá entrando en la chapa de dicho muélle *b b*, y apénas dichas púntas han abandonado la cóla *a*, cláro está que el martíllo dá un gólpe, con cúya fuerza su cóla *c* impele el gran roquéte *c*, figúras 15 y 17. Éste con los ótros dos *g*, *s*, figúras 16 y 20, que ván encima, y físos en él, júnto con el piñón *g* vuelven hácia atrás (ésto és de *g* hácia *h*), y por consiguiente entónces la púnta de la cóla *h* quéda abandonada del escalón en que se hálla del último roquéte *s*, figúras 15 y 20. Al mísmo tiempo cáe la sierra hácia la charnéla del relox, y el clavíto *e* de la cóla *t* vá á contar en el limazón de hóras las que el relox señala; y

Lám. 1.ª Fig. 15.

pues hémos dicho, que la cóla *h* quéda líbre, su piéza *f*, *y* cáe de módo, que *f* vá á contar en el limazón de quartos los que son; é *y* vá del lado de *k*: entónces un clavíto de tornillo que lléva dicha cola *y*, que detiene el rodáge de la sonería, tropezándo en su última ruéda, sintiéndose ésta líbre, córre todo él, y como en el segundo roquéte *j*, figúras 15 y 16, están primero los 12 dientes para las 12 horas, y 3 mas para los quartos; claro está que háce levantar la uñéta del martíllo grande, y á cada quarto tóca primero la hóra, y luego los quartos, ésto és, él y el roquéte *s*, con las dos uñétas: al acabar de habérlos tocado, la cola *h* se presenta en el escalón que le corresponde del limazón *s*, y el clavíto de la cóla *y* á la dicha última ruéda, y paró el rodáge, mediante lo qual éste relox á cada quarto tóca con dos martíllos, y repite la hóra que és.

Si nó se quiére que tóque mas que los quartos solos, y la hóra quando le corresponde, se muéve la sordína *m*, *l* hácia *l*, entónces la cóla *q q* de la piéza *v* se presénta frente de la cóla *t e* de la sierra: y sucéde que al disparárse el martíllo *p*, y caér la sierra, solo vuelve el limazón la cantidad los quartos que son, porque como por úna parte la pieza *f* vá á contar en el limazón de quartos, y por ótra la sierra no permite que páse el limazón *j*, figúra 16, mas que los diéntes para éllos, por estár detenída su cóla *t*, figúra 15, sóbre la piéza *q q*, tampoco toca ninguna hóra: pero quando ésta lléga, como és precíso, que al sacudir el martíllo *p* la sierra caíga á contar con su cóla *t e* las hóras que son en el limazón de hóras: para éso el limazón de quartos lléva una piéza *z* con un píco, que á cada hóra le-

ránta la cóla *x x* de la piéza *v*, y entónces la ótra cóla *q q* se aparta, y permíte á la sierra caer, y toca el relox la hóra.

Pero si no se quiere que tóque hóras ni quartos, se muéve la sordína *m b* hácia *b*, y entónces su cóla *n* se presenta frente del clavíto *p* del martíllo, y aunque los pícos del cañon de minútos levánten dicho martíllo, como no puede sacudir con su cóla *c* latigazo alguno para hacer retroceder el roquéte grande, no se levánta la piéza *h* ni la *y*: en una palabra no tóca el relox.

Separadamente de lo explicado, éste relox és de repeticion, para cúyo efécto una piéza de latón sale fuera de la caxa, lléva un cordon de seda Z, que tirándolo resúlta que como el torníllo W de dicha piéza sirve para que hága charnéla con la piéza A, D, B, y que el torníllo A está físo en la platína; tirándo el cordon Z, claro está que la piéza B, A, W vendrá hácia la caxa, y su cóla B yéndo hácia *c*, engáncha y engrána en los diéntes del roquéte grande, le háce retroceder hácia atrás, abandona la piéza *h* y la *y*, cáe la sierra, y repite el relox la hóra y quartos que son.

El clavíto D de la piéza A B sírve para detener la cóla en D, á fin de que la piéza *v* se mantenga en la situacion que le corresponde como se manifiesta en la figúra 15.

La figúra 18 represénta la piéza *f h y*, y la figúra 19 és la mísma vista de perfíl: en élla se vé que la pieza *h* vá con su cañon F sóbre una varíta físa en dicha piéza *f y*, además de ésto con un torníllo G.

La pieza 21 és el tamáño del volánte.

La figúra 22, lámina 3.ª és el calíbre del relox, y tiene cinco piláres. Lám. 3.ª

La figúra 23. és la platína chíca con la potánza, ruéda catalína, y cúbo de la sonería, lám. 3.ª

Lám. 2.ª La figúra 15, lámina 2.ª, represénta el relox con la falsa-pláca, charnéla y colgánte.

La figúra 24 és la disposicion del rodáge de la sonería: el árbol del cúbo de ésta se há de remontar cinco vueltas, y su vánda aparte.

No se han puesto las ruédas de la minutería, pues se dán por supuestas.

La primera y segunda ruéda de sonería ván en el puente H H, figúra 15 y 24.

El puente Y en la figúra 15 és de la ruéda de cánto.

El piñón g que vá fíxo con los roquétes és de 16 diéntes, y no dá su vuelta entéra.

La sierra tiene 10 diéntes.

El roquéte grande, figúra 17, és de 36 diéntes.

Figúra 16 és el segundo roquéte J que lléva 12 dientes para las hóras, y ótros tres para los quartos.

Figúra 20 és la porcion del roquéte *s*, que lléva los tres diéntes para los quartos, y los quatro escalones para la piéza *h*.

Número de los diéntes de las ruédas de ésta cláse de reloxes.

Movimiento para la muéstra.

Ruéda de caracól.....	54.	....6 vueltas de caracól.	
Ruéda de minútos.....	54.	....su piñón.....	12.
Tercera ruéda.....	48.	....su piñón.....	6.
Ruéda de cánto.....	48.	....su piñón.....	6.
Catalína á voluntad..	13 ú 15.	....su piñón.....	6.

Sonería de éste relox.

Ruéda grande.....64.
Primera.....60. ....su piñón.....8.
Segunda.....48. ....su piñón.....6.
Tercera.....46. ....su piñón.....6.
Quarta.....40. ....su piñón.....6.
Venteról..... 6.

Minutería.

Cañon de minútos.....12.
Ruéda siguiénte.....48. .....su piñón.....12.
Ruéda de mano.....36.

Ótros se hácen de ótra construccion distínta en la quadratúra péro que producen los mísmos efectos ; y á muchos de éstos reloxes de cabecéra se les suele poner despertador al tiempo de fabricárlos.

Al tenor de éstos se puede hacer en ésta cláse de reloxes quanto se quiéra. Se les puede poner tambien su sordína en corredera como á las repeticiones francésas, y darán sórdo, de módo que de noche se óyga el relox sin incomodar, aunque esté á la cabecera de un enfermo : y por consiguiente se pueden hacer con quantas curiosidádes se gúste : como son en lugar de lo dicho, ponérles música, pues hé compuesto en el año de 64 una repeticion de bolsíllo, sí que éra bastánte grande, pero tocába tres tocátas, aunque ligéras, en nueve campánas. Con mayor razon se les puede poner á éstos una octava de éllas ; en tal cáso se haría semejánte relox algo mayor. Se puede en lugar de lo dicho disponérle de conformidad que báta los

segúndos, quiero decir que la ruéda de escápe dé una vuelta en un minúto; ó que báta los médios segúndos; y se puede hacer de equacion.

Finalmente son una cláse de reloxes cómodos para quanto se deseé. Tienen además la propiedad de ser un género de óbra fácil de executar; pues ni son tan penosos como los reloxes de sala, ni tan delicados para la vísta como los de bolsíllo. Y és muy cierto que un relox así, que solo fuése de repeticion lísa y llána, sería un relox sumamente segúro; y en tal cáso se podía hacer la quadratúra de aquéllas que repíten, no solo las hóras y los quartos, sí tambien todos los minútos hásta 14, que al 15 yá tócan el quarto que les corresponde, como díxe en ótra parte.

Hé vísto en Ginébra uno de éstos, verdad és, que éra al dóble mayor que el que hé explicado; el qual fué inventado y hécho por *Pedro Millenét*, artífice de aquélla República. Éste relox éra tan curióso que grabáron estampa de él con su explicacion imprésa, la que és del tenor siguiente.

Fué el ánimo del autor hacer un relox portátil de volánte para que pudiese estár colgado, ó sóbre una mesa sin que se paráse, y de poner en su muéstra las cosas mas curiósas y útiles que su diámetro le permitía. Para ésto púso en un gran círculo alrededor de dicha muéstra las zónas, trópicos, y línea equinoccial. En ótro círculo interior á éste, púso los grados del sol; y mas adéntro háy ótro círculo, que lléva consígo un sol que los señala: interior á éste púso ótro que lléva los sígnos y nombres de los meses, con el fin de que se pueda vér en qué mes y sígno se hálla el sol en todo tiempo, como asimísmo los

dias del año que han pasado, y el grádo de latitud del sol, el qual por consiguiente vá corriendo dichos trópicos, zónas &c.

Añadió tambien á la mano de las hóras una colíta larga y delgada de acéro, la qual sírve para señalar las longitudes del sol de oriente á poniente, y que se pueden observar en el círculo de dichas longitudes, empezándo á contar désde las 12 de la noche: tambien se puede vér quando empiezan los quatro tiempos del año.

Señála tambien los dias de la semana, y el planéta de cada dia. La muestra señala las 24 hóras en dos veces 12: déntro del círculo que forman, háy ótro de los dias del mes: déntro de éste ótro que demuéstra los dias de la luna.

Y como las dos horas séxtas forman el horizónte, se puede saber á qué hóra sále, y se póne la luna. En una ventaníta redonda se vén sus menguantes y crecientes. Éste relox está muy bien trabajado, muy segúro, y és de segúndos.

CAPÍTULO XV.

Que trata de vários reloxes curiosos.

La figúra 25, lámina 3.ª, és el calíbre de un relox de bolsíllo de mi invencion, que tiene la particularidad de que la ruéda catalína se mantiéne siempre horizontal, aunque esté el relox en el bolsíllo, ó se déxe sóbre una mesa, ó se cuélgue, como lo demuestran las dos líneas *y p*, *m n*, pues estándo la catalína en la horizontal *m n*, y el

Lám. 3.ª Fig. 25.

colgánte del relox en *y*, y la línea *y p* perpendicular á *m n*, cláro está que dicha catalína estará siempre horizontal.

Parecióme tan ventajosa la situacion de ésta catalína, para que anduviése bien el relox, que le púse en execucion, y con efécto no me engañé. Andába tan arreglado y á mi gústo, que me hízo cavilar muchas veces el por qué no se hacían generalmente todos los reloxes con ésta circunstáncia, pues no soy el primero que lo há inventado. Le *Páute* dá tambien en su Tratado de reloxería un calíbre con élla, aunque por lo demás és distínto del mio: ótro relox hé vísto lo mísmo, que por lo ménos tendría 40 años, y éra de autor distínto.

En dicha figúra 25 *a* és el cúbo, *b* el caracól, *c* ruéda de minútos, *d* tercera ruéda, *e* ruéda de cánto, *f* piñón de la catalína, *g* el volánte, y *h* la charnéla del relox.

Lám. 3.ª Fig. 26. La figúra 26, lám. 3.ª, és un relox de bolsíllo que tiene cuérda para ocho dias. Éstos reloxes solo se diferéncian de los regulares, en que llévan una ruéda mas, que vá éntre el caracól y la de minútos, y és semejánte á ésta, solo en no tener de un lado la varíta larga, y sí sus dos pivótes regulares. La ruéda del caracól engargánta en el piñón de ésta, y élla en el piñón de la de minútos: todas éstas tres ruédas son de á 60 diéntes, y por consiguiente la del caracól dá una vuelta en 25 hóras, que és mas de un dia, pues hásta aquí son piñónes de 12: dicho caracól tiene siete vueltas y média de cuérda, y básta.

El calíbre és álgo distínto, y para que se comprénda mejor lo hé puesto al revés, como quien mira la platína del lado de la minutería, pues lléva tres puentes puestos en dicha platína grande, como lo demuéstra dicha figúra

26, en la que *b* és el puente del caracól, y se há de calar una ventána en dicha platína grande, para que páse con libertad su ruéda. El puente *e* lléva la ruéda demás, ésta vá totalmente por fuera de la platína, y solo háy un agujéro en élla para que páse el piñón, y una pequéña potánza, ó puente clavado á un pilar, para que manténga su pivóte, *c* és dicha ruéda, y la que está en el céntro de la platína és la de minústos, sostenída por el puente *a g*. En *a* sale el piñón de la tercera ruéda por ótro agujéro en la platína, para engargantár con dicha ruéda de minútos. Déntro de la jáula en *e* está la ruéda de cánto. El clavíto *g* és para la ruéda de la minutería, que háce ándar la de la mano. El guarda-cadena regular, pero su muellecíto como había de estár á la derecha, está á la izquierda: y tambien el regístro hácia el mísmo lado.

Como la ruéda de minútos está éntre el puente y la platína, su vára sále fuera del puente, y lléva el cañon de minútos regular, y por consiguiente la muéstra está enmédio, lo que no sucéde en algúnos.

Ótros se hácen con las mísmas ruédas que los demás reloxes, pero tan cargádas de diéntes que no son muy segúros.

Con todo diré, que los reloxes de ocho dias de cuerda no son los que mas hé gustado hacer; solo hé puesto en práctica úno como el que acábo de explicar, que todos los demás éran de un calíbre distínto, pues la muestra la ponía excéntricamente, quedándo del lado del muélle del quadrante; y alrededor de la parte superior sobrába una porcion de la falsa-pláca, en la que mandába grabar mi nombre. Debáxo de ésta parte caía el cúbo, el que éra

muy grande: verdad és que ésta disposicion de calíbre me dába un volánte álgo pequéño, pero para éso lo hacía muy pesado en proporcion: porque la experiéncia me há enseñado que semejantes reloxes requieren bastánte fuerza: se entiende para ser segúros, que por lo demás, no reparando en pelíllos, como ótros hácen, no son necesárias tantas precauciones.

Lám. 1.ª Fig. 14. La figúra 14, lámina 1.ª és el calíbre de un relox de segúndos, pero de cuérda regular; su particularidad és, que la quarta ruéda, que és la que está en el céntro, aunque no está señalada en la figúra, lléva la agúja de segúndos, pues del lado de la platína grande tiene su varíta larga, al módo de las ruédas de minútos para la agúja. Luego se pone un cañon muy sutíl de acéro, sujéto á la platína con dos torníllos, y encima de él el cañon de minútos, que és de ocho diéntes, al qual háce andar una ruéda de 40 puesta en el pivóte del caracól; y despues ánda la minutería como en los demás reloxes: éste és de seis ruédas: la tercera vá sepultáda en la platína, y tambien la quarta, que vá por debáxo de ésta. Los números de los diéntes de las ruédas son: ruéda grande 45: la ruéda que había de ser de minútos 40, su piñón és de 9: tercera 45, piñón 5: quarta 24, piñón 6: quinta 25, piñón 8, y catalína 11, piñón 5; sóbre la platína grande por la parte de adéntro háy un puente que lléva el pivóte inferior de la ruéda de cánto: la catalína está como se vé en la figúra 14, ésto és, que su piñón míra perfectamente la varíta de la rueda de cánto, por lo que és mas córto que los demás: éste relox éra de esqueléto; ignóro su autor, solo sí me aseguráron que éra muy segúro.

La figúra 27, lámina 3.ª, és el calíbre de un relox de bolsíllo, que tiene cuerda para un mes, *a* és el tambor, *b* el caracól, cúya ruéda és de 72 diéntes, *c* ruéda siguiente de 60, cúyo piñón és de 10, *f* tercera ruéda de 60, y piñón de 6, *e* quarta ruéda de 60, tambien piñón de 6, *d* ruéda de cilíndro de 30, piñón 6: en la varíta de la ruéda *e* se mete á fuerza un piñón de 10, que pása la platína, y condúce una ruéda de 60, que és una de las de la minutería, pues dá una vuelta en una hóra, y lléva el minutéro. La ruéda de cilíndro está enmédio de la platína, y su varíta lléva la saéta de los segúndos: la construccion del relox de ocho dias de cuérda podrá contribuir, para la inteligéncia en el módo de poner las ruédas en éste, así por déntro de la jáula como por fuéra. Lám. 3.ª Fig. 27.

La figúra 28, lám. 3.ª, és el calíbre de un relox tambien de bolsíllo, que tiene cuérda para un año: *a* és el cúbo, *b* el caracól, cuya ruéda tiene 108 diéntes, *c* la ruéda siguiente con 70 diéntes, y su piñón és de 12, *d* és la tercera ruéda de 72 diéntes, y piñón de 10, *e* la quarta ruéda de 72 con piñón de 6, *f* la quinta de 60, y piñón de 6, *g* la ruéda de cilíndro y piñón de 6, que dá una vuelta en un minúto, y la ruéda *e* en dos hóras: ésta háce andar al cañon de minútos, que tiene la mitad ménos de diéntes, para que dé una vuelta en una hóra: en dicha ruéda *e* se ajústa tambien un piñón de 8, y hará andar la ruéda de mano de 48 diéntes. Lám. 3.ª Fig. 28.

Las tres ruédas *c*, *d*, *e* ván éntre la falsa-pláca y la platína. La ruéda *c* sale su piñón por déntro de la jáula, para engargantar con la ruéda de caracól.

La ruedecíta ó piñón fíxa en el cañon de minútos ha de estár ajustada en él, de módo que pueda torneár úno

sóbre ótro en flotaménto, para poder poner el relox á la hora.

La ruéda *f* puede ir mas báxa que el cúbo: el caracól 6 vueltas y quatro no mas, pues dá una vuelta en 63 dias.

Éste relox y el antecedénte los inventé el año de 72: bien pudiera habérlo puesto, como ótros hán hécho, con ménos ruédas, pero resúlta que entónces están todas muy cargadas de diéntes, y los piñónes son muy pequéños, lo que requiere una fuerza tremenda para hacer ándar el relox, á lo que sígue el disgústo de vérlo parar con facilidad.

Solo se pueden emplear ruédas muy cargádas de diéntes, quando háy pocas, para que tal qual háya alguna seguridad. Las repetidas experiéncias que hé hécho en éste particular me lo hán acreditado: para prueba pondré aquí una de éllas.

Deseándo tener un relox de péndula real, con las ménos ruédas que me fuése posible, inventé úno de sala, que no tiene mas que dos, en el que, aunque la primera ruéda esté muy complicáda, como no tiene mas trabájo que el de hácer ándar la de escápe, poca fuerza necesíta: en el capítulo 17, figúras 34, 35 y 36 doy su explicacion.

Lám. 4.ª Fig. 29. La figúra 29, lámina 4.ª, és una sonería particular que inventé báxo de los principios de ótra que háy en las obras de *Berthoud*. Produce los mísmos eféctos que élla, pero todas las piézas son de distínta construccion. Pensába en no ponérla; pero como el amor própio nos háce á veces creér, que nuestras obras son mejores que las de ótros, y aún quando ésto no séa, el verdadero afecto patrício, y el deséo de que éste libro pueda ser útil á mis compatriotas, pudiéron tanto en mí, que me pareció ésta

mía dígna de comunicarla al público, por ser de mayor seguridad. Por lo demás podrá el lector juzgárlo á su satisfaccion, consultándo su tómo 1.°, lámina 4.ª Es de advertir que la súya és de cuérda para un año, con tres ruédas roquéte 90, piñón 12, segunda ruéda 96, piñón 12, tercera 96, que lléva la garrúcha. Las mísmas se pueden poner á la mia si se quiere.

Pero lo curióso de ésta mía és la seguridad, pues no puede faltar. No tiene mas que una ruéda de escápe *a* de 90 diéntes, con su ruéda de cuenta *b* hécha regularmente: dicha ruéda lléva su poléa, ó si no un cilíndro (como se quiera), cuyo diámetro puede ser *cbd*, tiene cuérda para 15 dias, y la campána podrá dár mucho mas récio que en el de *Berthoud*: A, B, C, D, és la platína.

La ruéda *f* sin diéntes está sobre un árbol, que comunica á la ótra platína, donde está la quadratúra, y lléva una ruéda con éllos, que és la que engargánta en la del cañon de minútos, y por consiguiente dá una vuelta en una hóra. Dicha *f* lléva dos clavítos *n n* diametrálmente opuestos, los que así para la hóra, como para la média hácen baxar cada úno alternativamente la piéza *x u m*. La parte *m* apóya en *m* sóbre la piéza *y*, y la háce baxar; entónces sale fuéra de la contadéra el gáncho *g*: continuando así en baxar ésta: el clavíto *r* que está clavado en la vára de la péndula, quéda detenído por la porcion de círculo *r p*: bien entendido que quanto mas báxa dicha piéza *u m*, tanto mas la parte *p r* háce levantar dicha péndula para que tome mas vuélo.

Habiendo una vez yá escapádo el clavíto *n* de dicha piéza *x u m* sucéde, que como los diéntes de dicha ruéda *a*,

están en roquéte, y hácen escápe con la áncora de dicha péndula, cayendo ésta ánda la ruéda, y al mísmo tiempo sus dientes ó clavítos hácen levantar el martíllo *s z*, y dá la hóra que és hásta que el gáncho *g* éntra en la contadéra ó ruéda de cuenta, que entónces como sube la parte *y* se presenta, y detiene la péndula en *y*.

K és el muélle para hácer subir la piéza *y q g*. El muélle *l* és para que tambien súba la piéza *x u m*, la qual se detiéne en el clavíto *h* puesto para éste fin en la platína. El muelle *o* és porque el gáncho *g* háce charnéla en *g*, para suavizar el flotaménto que padecería toda la piéza *g q y* al salir de la contadéra, pues una vez fuéra dicho muélle *o* le obliga á que se presénte como corresponde, para que cuente jústo. El muelle *t* és para el martíllo, pero está héchо á la Inglésa (és decir) que al mísmo tiempo que sírve de muélle la cóla *s* de dicho martíllo, se detiene en él, y sírve de contramuélle. La piéza *p r* és de una grande seguridad, para que ésta sonería no fálte, estándo puerca, pues como háce levantar la péndula mucho mas que lo que élla está en *y*, precisamente aunque no tenga que dár sinó una campanáda para las médias, há de remontárse mas álto que aquel paráge, y por consiguiente la parte *y* la recibe con la mísma precision.

Ésta sonería puede fabricárse aún mas chíca de lo que está dibuxada en dicha figúra 29. Y prevéngo que dos vibraciónes de ésta péndula son para una campanáda.

CAPÍTULO XVI.

De los reloxes de noche.

Estos reloxes para de noche los inventáron antiguamente con el fin de que mediante una luz que se pone por detrás de éllos, y estár caladas las hóras, al pasar éstas por una abertúra hécha en la parte superior del relox, se vé al traslumbre la hóra que és. Pero ésta construccion además de ser muy defectuosa, así porque el círculo de las hóras és muy grande y pesado, como por que regularmente dichos reloxes están muy mal fabricados, no seguirémos el método que hásta aquí han tenido en demostrar la hóra; y solo pondré úno de una construccion mas segúra que puéda servir de modélo, para que por él invénten los aficionados ótros mas físos.

La figúra 30, lámina 4.ª, és éste relox, el qual tiene la muéstra hécha de dos vídros, el úno que está físo, y en él están pintadas las hóras, el ótro ánda, y en él está pintada la mano; ámbos están puestos delánte de un cañon lo mísmo que las lintérnas mágicas. Con ser el diámetro de dicha muéstra álgo mas que de un péso duro, mediánte la luz, y la disposicion del cañon ser la mísma que la de dichas lintérnas, háce en la pared una muestra de mas de un pié, ó média vára de diámetro. Lám. 4.ª Fig. 30.

Háy la diferéncia que por déntro de éste relox se hará andar la mano al revés, para que en la pared parezca al derecho.

El módo de hacer andar ésta mano consíste en poner una ruéda semejánte, y del tamáño de la ruéda de mano

del relox con igual número de diéntes, y que engargánte en élla: para cúyo fin se hará la ruéda de mano, en proporcion de que los vídros puedan ser del tamáño mas ó ménos que se quiera; y claro está que andándo la del relox á la derecha, ésta irá al revés. Dicha ruéda está sostenida en un círculo de latón, puesto en una varíta de hierro fíxa con su tornillo en la platína, para que dicha ruéda sobresaliendo se presénte delante del cañon, para que la luz dé en élla, sin que háya ótro objéto que se véa en la pared. Bien se déxa entender que todo lo interior de ésta ruéda és el segundo vidrio del tamáño del ótro, en el qual está pintada la mano, pero solo ésta se vé. Por déntro de la caxa se pone una lamparílla, y en *a* hay un agujéro para que salga el húmo.

De éste módo se puede hacer servir qualquiera relox regular de sobre-mesa que se quiera, solo con mudárle la caxa (y aún á veces nó), poner un cañon encima de la muéstra, hacer dicha ruéda y poner los vídros; y como en todos los reloxes la ruéda de mano vá á la derecha, puesta ésta ruéda, claro és que irá á la izquierda, que és justamente lo que se necesita para que en la pared ánde á la derecha.

Ahora podrá juzgar el lector con quanta mas libertad andarán éstos reloxes sin péso álguno que no los ótros, que como dixe, llévan una muéstra muy grande, y que en algunos suele ser de doce piézas encadenadas al módo de eslabones, y la ruéda de mano de dichos reloxes lléva una pláca con ótros tantos plános en su orílla, para que cáda una de éstas levánte un eslabon. Sin contar ótras muchas invenciones ridículas que háy á éste tenor.

CAPÍTULO XVII.

Diferentes calíbres de reloxes de sala.

Si el lector deseáre hácer un relox de péndula real, que solo séa de muestra, hóras, minútos y segúndos, sin campána ni ótra cosa, tóme el calíbre y tamáño de las ruedas *a b c d* de la péndula de música, lámina 7.ª, figúra 37, hága una jáula, y las ruédas del movimiento de élla, como asimísmo las de la minutería, y tendrá el calíbre que busca. Éste relox y los que siguen tienen cuérda para ocho dias. Lám. 7.ª Fig. 27.

Si quiere un relox de péndula real con campána, tome el mísmo calíbre, figúra 37, hága uno semejante á éste ménos la sonería para dicha música, y lo tendrá.

Si le quiere con quartos además de las horas, hága para el movimiento las ruédas que en el antecedente con el mísmo número de diéntes; y para la sonería de los quartos pondrá: imperial 84: segunda ruéda 72, y su piñón 14: tercera 60, con su piñón de 8: quarta 56, piñón de 6 (ésta ruéda lléva 10 clavítos): quinta ruéda 48, piñón de 6; y venteról tambien de 6.

Para la sonería de la campána de las hóras tóme, ó la del relox antecedénte ó ésta. Imperial 84: segunda ruéda 78, piñón de 14: tercera 56, con piñón de 8 (ésta ruéda lléva 8 clavítos): quarta ruéda 56, con piñón de 7: quinta 48, y piñón de 6; y venteról de 6.

Para un relox de sobre-mesa que tóque hóras y quartos, y que repíta la hóra á cada quarto, y música en la hóra, tóme éste calíbre.

Movimiento de la muéstra.

Imperial.....84. ....Caracól 16 vueltas.
Ruéda de minútos.....84.
Ruéda de cánto.....70. ....piñón de 6.
Catalina.....27. ....piñón.....6.

Movimiento ó sonería para la campána.

Imperial.....90. ....Caracól 16 vueltas.
Primera ruéda.....72. ....piñón... 7. 24. clavítos.
Segunda ruéda.....60. ....piñón... 6. 2. clavítos.
Tercera ruéda.....60. ....piñón... 6. 2. clavítos.
Venteról..... 6.

Quartos con dos tocátas en la hóra.

Imperial.....96. ....Caracól 16 vueltas.
Primera ruéda.....80. .... piñón... 8.
Segunda ruéda.....60. .... piñón... 8. 2. clavítos.
Tercera ruéda.....56. .... piñón... 6. 1. clavíto..
Venteról grande..... .... piñón... 8.

Ruéda de cilíndro 80, y engargánta con la segunda ruéda. Si no se quiere música, hacer el cilíndro y su ruéda mas chícos.

Lám. 5.ª Fig. 31. La figúra 31, lámina 5.ª, és el calíbre de un relox de péndula real, és solo muéstra de horas, minútos y segúndos, que tiene cuérda para un mes: *a* és la ruéda imperial que lléva el cilíndro para la cuérda, y tiene 120 diéntes: *b* segunda ruéda 96 diéntes, su piñón és de 10: *c* ruéda tercera 70, su piñón 8, y *d* que és el roquéte 30, con piñón de 7. La minutería lo mísmo que en la péndula de

equacion, láminas 12 y 13, á la resérva que la ruéda *g* ha de tener aquí 48 diéntes: *f* és el cañon de minútos. Se hán grabado los calíbres de éste relox y de los que síguen mucho mas chicos, por no aumentar láminas.

La figúra 32 és un relox semejánte al antecedente, solo que tiene cuérda para un año. La imperial *a* tiene 120 diéntes: la ruéda segunda *b* 108, y su piñón 10: la tercera ruéda *c* 96, su piñón 9: la quarta *d* 70, su piñón 8; y el roquéte *e* 30, piñón 7: la ruéda *g* para la minutería 48 diéntes; y *h* és el cañon de minútos, para que los segúndos estén en el céntro de la muéstra. Lám. 5ª Fig. 32.

La figúra 33 és el calíbre de un relox de sala, que solamente señala horas y minútos; y que tiene cuerda para diez años: lo inventé en el de 1774 y presenté su plan á los Serenísimos Señores Infantes Don Gabriel y Don Antonio, y merecí de sus Altezas las honras que sus benignos corazones acostumbran franquear á los hombres aplicados. Éste calíbre está grabado la mitad mas pequéño del tamáño que debe tener. Lám. 5ª Fig. 33.

Empezando por el roquéte ó ruéda de escápe *a* digo que tiene 50 diéntes, que multiplicados por las dos palétas de la áncora son 100 vibraciónes, y que cada una és mas de un segúndo: dicho roquéte tiene su piñón de 8.

La segunda ruéda *b* tiene 80 diéntes, y dá una vuelta ínterin el roquéte 10, porque 8 veces 10 son 80, y lléva tambien un piñón de 8.

La tercera ruéda *c* tiene 88 diéntes, y por consiguiente dá una vuelta ínterin la segunda dá 11, porque 8 veces 11 son 88; y como multiplicádas éstas 11 vueltas por las 10 de la segunda ruéda son 110, y multiplicadas éstas

110 por las 100 vibraciónes de la primera ruéda ó roquéte son 11000, que repartídas en quatro horas, corresponden á 2750 vibraciónes por hóra; con que tarda ésta ruéda quatro hóras en dár una vuelta: su piñón és de 8.

La quarta ruéda *d* tiene 96 diéntes, y dá una vuelta miéntras la tercera dá 12, con que 12 veces 4 son 48 hóras, que son dos dias: lléva piñón de 10.

La ruéda quinta *e* tiene 120 diéntes, dá una vuelta miéntras la quarta dá 12, y por consiguiente la dá en 24 dias: su piñón és de 16.

La sexta ruéda *f* tiene 144 diéntes, dá una vuelta ínterin la quinta dá 9, y 9 veces 24 son 216 dias. Ésta lléva un tambor con 17 vueltas de cuerda.

En 10 años hay 3652 dias contando dos años biséstos, con que multiplicando éstas 17 vueltas por 216 dias, son 3672, que hácen 10 años y 20 dias.

Si se quisiéra que éste relox señalára tambien los segúndos, se puede facilitar de éste modo, pero no és tan bueno para el relox, porque entónces necesíta mas péso, y se aumentarán los flotaméntos, con las demás faltas que éstos acarréan; su tenor és el siguiente.

El roquéte 60 diéntes, dá su vuelta en dos minútos, y su piñón será de 7.

La segunda ruéda *b* 70 diéntes, y dará una vuelta, miéntras la primera dé 10, con que 10 veces 2 minútos son 20: ésta tiene un piñón de 7.

La tercera ruéda *c* 84 diéntes, y dá una vuelta ínterin la segunda 12, porque 7 veces 12 84, con que multiplicados 12 veces 20 minútos son 240 que son 4 hóras: su piñón será de 8.

Las quarta, quinta y séxta ruédas, como quéda dicho.

De un módo ó de ótro, para la minutería se procederá en ésta fórma.

Hémos dicho que la tercera ruéda *c* dá una vuelta en 4 hóras: la vára de su piñón sale fuéra de la platína, y lléva ótra ruéda con su cañon tambien, y un muellecíto por detrás, como los cañones de minuterías inglésas, para poder poner el relox á la hóra. Ésta ruéda que és *g*, tiene 120 diéntes, y élla mísma engargánta con la ruéda *h* que tiene 60.

Ésta *h* dá una vuelta en dos hóras, lléva un piñón de 12, y engargánta con el cañon de minútos que és de 30, y dá una vuelta en una hóra, y el piñón engargánta en la ruéda de mano *i* que és de 72 diéntes, y que dará su vuelta en 12 hóras.

Yo celebraría buscáse el lector en quantos libros de reloxería se hán escrito hásta el dia de hoy, á vér si hallába, que yo hubiese podido sacar la invencion de éste relox de algúno de éllos.

Las figúras 34 y 35, lámina 6.ª, és una péndula real con dos ruédas no mas que inventé el año de 62 (1). El roquéte *a* tiene 30 diéntes, su piñón és de 4 (porque aunque és pequéño, como no háy mas que dos ruédas, y lo Lám. 6.ª F. 34. y 35.

(1) No pretendo que éste curioso relox sirva de modélo para la seguridad del arréglo: sí solo para dár una prueba de las várias invenciones que híce en éste árte con el fin de aprénder con mi própia experiéncia: y por consiguiente manifestar á mis compatriótas que para poseérle á fondo se necesita mucho estúdio y aplicacion; y no desanimárse, aunque úno ó mas invéntos que saquémos séan malos; pues detrás de aquéllos vendrá alguno bueno.

úno que la mas chíca está meneáda por la péndula, lo ótro que la grande solo sírve para mantener éste movimiento; de éste módo el péso del relox há de ser precisamente ligéro, y no solo no violénta el cúrso, ántes sí ánda bien). La ruéda *b* és de 480 diéntes (que aunque éstos séan pequéños no implica por la mísma razon). La poléa que está en el árbol de ésta ruéda tiene una pulgada de circunferéncia, y como la ruéda *b* tárda dos hóras en dár una vuelta, pues la *a* tárda un minúto, és una pulgada en dos horas, y 12 pulgadas en 24, que és un pié; y en ocho dias 8 piés: pero como és á cuérda dóble, no son mas que quatro piés, y así dándole á la caxa quatro piés y médio de altúra désde la poléa al suelo, tiene cuérda para ocho dias y sobra.

Poniendo en la vára de la ruéda *b*, fuéra de la platína la piéza *c*, figúras 34 y 35 que tiene quatro púntas, una de las quales (supongo és *e*), á cada quarta parte de revolucion que és média hóra, harán pasar un diénte de la estrélla *f f*, figúras 34 y 35, en la qual están grabadas las hóras, las que se vén por una abertura, figúra 36, lámina 7.ª: ésta estrélla tiene 24 diéntes, y vá de éste módo. Pasa la varíta de la ruéda *a* en un puente de cañon largo *t s n*, figúra 35, y fíxo á la platína y la estrélla *f f*, lléva un cañon en su céntro, y en éste éntra el dicho *t s n*, para cúyo efécto se hará éste álgo fuerte, á fin de que la estrélla no le incomóde. La varíta de la ruéda de escápe *a* lléva una paléta *t*, puesta por fuera de la jáula, figúra 35, éntre la platína y el puente, que á cada minúto, ó su vuelta, háce saltar un diénte de la estrélla *d d* de 60 diéntes: ésta y la estrélla *f* llévan su pié de cabra como *h* cada úna. La estrélla *d* está puesta éntre la platína y la

muéstra: en dicha estrélla se pueden grabar los minútos si la muéstra fuéra mayor, y se vería por un agujéro como las hóras; pero aquí hágo que la varíta de dicha estrélla salga fuéra de la muéstra y lléve un minutéro, que señala los minútos en una muéstra excéntrica, como se vé en la figúra 36. La agúja larga señala los segúndos desde el céntro de la muéstra grande para que se distíngan bien. Prevéngo que éste calíbre está dibuxádo mucho mas pequéño que su tamáño, y particularmente la ruéda *b*, que á proporcion débe ser mucho mayor. Lám. 7.ª Fig. 36.

Si ésta péndula se hiciese para sobre-mesa, entónces la ruéda de escápe deberá tener 60 diéntes, y hará dos vibraciónes por segúndo, que son 7200 por hóra. En tal cáso la mísma poléa baxaría un pié en un dia, pero siendo de cuérda dóble, no baxará sino médio; y como la vára de la lentéja tiene algo mas y se requiere ser la caxa álgo mas alta, tendrá cuérda para 30 hóras.

La figúra 37, lámina 7.ª, és un relox de péndula real, que tiene cuérda para 8 dias, y señala hóras, minútos, segúndos, y los dias del mes, dá las hóras, y tóca seis minuetes distintos (1): *a* és la imperial del movimiento que tiene 96 diéntes, con su cilíndro de 15 vueltas de cuérda: *b* ruéda siguiente de 60, y piñón de 8: *c* tercéra ruéda de 54, con piñón de 8; y *d* el roquéte de 30, con piñón de 7. Lám. 7.ª Fig. 37.

La minutería regular como las demás péndulas inglésas: cañón de minútos 40: ruéda siguiente de minutería

(1) Es arbitrário el ponerle en lugar de seis minuetes doce tocátas, ó las que se quiéran.

lo mismo, con su piñón de 6; y ruéda de mano 72: encíma de ésta se póne una ruéda de 24 diéntes, que engargánta con ótra de 48, que és la que lléva un clavíto para hacer mudar los dias del mes.

La sonería de la campána consíste en la imperial *e* de 78: ruéda siguiente *f* de 56, lléva 8 clavítos, su piñón és tambien de 8: la tercera *g* de 48, con piñón de 7: la quarta *h* de 48, piñón de 6, y lléva un clavíto: venteról grande *i* de 6.

La sonería para la música és ésta. Imperial K de 96, ruéda siguiente *l* 60, su piñón 8: la tercera *m* que és la que lléva un cerquíllo 56, y piñón de 6: la quarta *n* 48, con piñón de 6: lléva un clavíto que la pása de un lado y de ótro: la quinta *o* son dos ruedas plánas cada úna de 30 diéntes, puestas en úna mísma vára: la séxta *p* son lo mismo, dos ruédas en una vára, pero la úna és de cánto, ámbas de 30 diéntes: éstas están perpendiculares como la platína, y sostenídas en dos puentes. El venteról *r* és de 8, y sále fuera de la platína, sosteniéndole tambien ótro puente: el cilíndro vá por detrás paralélo á la platína, y tiene una ruéda de 60: éste rodáge ríge de éste módo: la segunda ruéda engargánta en úna de las quintas, y la ótra quinta en la séxta de cánto, y la ótra séxta plána en la ruéda del cilíndro, el qual se puede impelér hásta seis veces lo ménos para que múde de tocátas ó minuetes: la quarta ruéda engargánta en el piñón del venteról [1].

Lám. 7.ª Fig. 38. Por estár el rodáge de la música en éste calíbre álgo confúso; hé puesto en la figúra 38 las ruédas *l o p*, en la

(1) Este calíbre és de un relox Inglés.

fórma que deben estár déntro de la jáula: en el segundo tómo pondré mejores sonerías.

CAPÍTULO XVIII.

De los reloxes que tienen figúras que se menéan siempre, y ótras solo al dár la hóra; y de algunos autómatos.

Sóy tan enemígo de ésta cláse de reloxes, que seré muy sucínto, habiendo tanto que escribir en éste capítulo. Algunos autores han escrito en latin de los autómatos, que son figúras que se menéan, haciendo todo género de movimiéntos; y sóy de sentir que siémpre que éstas se hácen con el fin de que manióbren por sí solas, son úñas máquinas muy curiósas, y que para éllas se requiere un estúdio particular. Pero siémpre y quando se aplícan á los reloxes; y que á costa de éstos hágan sus mudánzas, les cáusa gravísimo dáño, pues ánte todas cosas los impíden que anden bien; y aunque á temporadas lo hágan, no se puede contar con éllos, como con un relox líso y lláno.

Por éste motivo las Académias extrangeras desaprobáron éste género de reloxes, y apénas se hácen yá, siendo así que en algun tiempo se lleváron la atencion, por lo que no gastaré capítulos enteros, como hizo cierto autor en explicar la salida de los gigantes, que dé la primer campanáda San Pedro y San Pablo, ni que saquen los anímalúchos el hocíco por la ventána, ínterin dá el relox la hóra. Pero sin embargo diré, que con tal que éstas má-

quinas no estuviésen tan mal construídas, como sucede en todos los mas reloxes antíguos, sinó con la perfeccion que se trabája en el dia, y dispuestas en tal conformidad que un disparador del relox semejánte al que háce dár las hóras, las dispáráse á éllas tambien, para que movidas de su muelle ó pesa particular manifestásen sus habilidades, entónces yá el relox no súfre tanto; y aún con el socórro de la palánca, bien entendída y conocída geometricámente, no serviría de detriménto cási como se puéde vér en el relox siguiente.

Segun lo dicho téngo inventado años háce un relox de sala, el qual és un árbol imitado á lo verdadero, de unos ocho piés de álto: encima de él háy un canário: en médio de las hojas está la muéstra; y al pié de dicho árbol está de un lado sentado un cazador con una fláuta en accion de tocárla, su escopeta y su perro: al ótro lado está un caballo paciendo: al dár la hóra cánta el canário, meneándo el píco, pécho y cóla, como los demás canários vívos; y de allí á poco rato empieza el cazador á acompañárle á *duo* con la flauta: despues tóca el relox una músíca de campánas: acabado ésto se levánta el perro, vá corriéndo y ladrando á donde está el caballo, éste se espánta, tíra coces, los quales son las hóras que el relox señála.

Al dár las 12 se ábren las hojas del árbol por encíma de la muéstra, y se aparece el retrato del Rey con la fama encíma, entónces las Artes y Ciencias, todas figúras de bulto pásan delánte, haciendo la cortesía á S. M. En tanto el canário, cazador y campánas tócan una mísma tocáta, haciendo un concierto armonióso. Acabado ésto se cierran las hójas del árbol, se ocúltan todas las

figúras, córre el perro, y dá el caballo las 12.

Ótro relox muy curióso compúse en Palacio, que tiene encíma un pastor, tocando la fláuta verdaderamente, despues un cupído con un canário en la mano, que tambien cánta: una señora puesta en el balcon de su gabinéte con un líbro de música en la mano izquierda, y con la derecha háce el compás, volviendo la cabeza de quando en quando. Además de éstos primores tiene tambien ótras diferéntes curiosidádes, como son, un perro que ládra, una oveja que bála, dos niños que se balancéan en un palo, un cielo en el que sálen nubes, siempre que en el verdadero las háy. Ésta péndula és de equacion, y tambien señála los meses, los sígnos, y los grados del sol; á qué hóra sále éste, y se pone; los quatro tiempos, diferéntes regístros. La luna és un glóbo con sus menguantes y crecientes, un barométro, un médio glóbo que señála en qué paráge és en nuestros antípodas la mísma hóra que se vé. És de repeticion, y en dicho cielo salen de noche las estrellas: su autor *Jaquet Droz* en los Cantones Suízos.

El de la Barcelonéta en Barcelóna tambien és muy curioso, aunque no le ví hácer todos sus eféctos, por estár descompuesto, pero no llléga á éstos, y és óbra antigua.

Todos aquéllos reloxes que vienen actualmente de sobre-mesa, que tienen figurítas, que se muéven continuamente por ser la péndula quien las oblíga, son muy defectuosos, lo úno por su delicadeza, pues á poco que las figúras tropiezen ó se entorpezcan se paráron éllas, y paráron los reloxes: lo ótro que si cáen en manos de algunos aficionados se echáron á perder, y no déxan de costar bastánte dinero.

Ótros háy muy nécios, como el papa-moscas de Búrgos que seguramente el discurso no tiene que trabajar, ni en el que los háce, ni en el que los vé; y así ésta cláse de reloxes no merece la péna de mencionárlos, como ni tampoco los de Medina del Campo y Toledo.

Ótro autómato se hizo en Francia (aquél si éra muy particular) para Luis XV siendo Delfin, cuyo autor fué *Camus*, éste éra un cochecíto, cuyas dos ruedas mayores tendrían tres pulgadas y média de diámetro, y por aquí se puede sacar el tamáño de todo él. Se hízo por órden de Luis XIV, y primero fué presentado á S. M., para lo qual le pusiéron, yá dado cuérda, sóbre la mesa del Consejo de Versálles, de siete piés y médio de largo, y de ancho á proporcion, éntre el tintéro y la salvadéra.

Dispuesto S. M. y la Corte para vérlo, empezó á operar la máquina de éste módo. El cochero sacudió á los cáballos que al instánte echáron á andar á lo natural. Al llegar á la esquína de la mesa, los volvió á sacudir, y tomáron por la orílla, como quien crúza de úna cálle á ótra: llegados á la ótra esquína, hiciéron lo mísmo hásta que yéndo lo largo de la mesa, llegáron frente de donde estába el Rey, y allí se paráron por sí: un lacayo que íba á la traséra saltó al suelo: un páge que íba sentado en la delantéra ábre la puerta, y sálta tambien al suelo: una señora que estába en el coche, y que tiene en la mano un memorial, se levánta, baxa tambien del coche, ánda unos pasos hácia el Rey, le háce una cortesía, y ademán de dár el memorial de un módo muy natural y gracioso: aguarda un poco como escuchándo á S. M.: y en éste tiempo el páge como jugando, ábre

y ciérra muchas veces la puerta: despues la ábre del todo, luego que vé que la señora vuelve, y que ésta háce segunda cortesía al entrar en el coche, volviéndose siempre de cára al Rey, y que se sienta en fin en su almoadon: el page cierra la puerta, y se súbe tambien á su asiénto: el cochero sacude á los caballos que al instánte echan á andar: el lacáyo córre detrás del coche, sálta, y se póne encíma de la traséra ligeramente: al llegar los caballos á la ótra esquína de la mésa, tóman la vuelta, y llégan á la ótra esquína donde repiten lo mismo: el cochero los sacude de quando en quando, y finalmente llégan, y éntran éntre el tintéro y la salvadéra donde saliéron.

Dando cuerda á éste coche de ótro modo, íba lo lárgo de la mesa, y daba la vuelta: ésto lo hacía dos ó tres veces, sin parárse, lo mismo que si se paseára en el prado: así lo asegura Camus en su Tratado *de Forces mouvantes* (1).

Ótro autómato se ha hécho en los países extrangeros, que és úno de los que mas me hán maravillado, el qual és muy sabído en toda Europa.

Éste éra un páto, compuesto por déntro de ruédas, muélles, y máquinas como un relox; mediánte ésto comía, se paseába, y hacía sus necesidades; pero lo particular, y que há parádo mas la consideracion de los hombres hábiles és que su excreménto estába digerído, lo mísmo que si fuéra el de un páto vívo.

En el líbro intitulado *Gabinete de Serviére* háy ótro muy particular. És un pláto de peltre, y en su circunferéncia están grabadas las hóras: se lléna de água, y se

(1) Traité des forces mouvantes, pág. 521.

écha en ésta un pequéño galápago de madéra ó córcho, el qual al instánte por sí solo vá y señála la hóra que és: si le quitan y le vuelven á échar, vuelve á señalar la hóra; y si le déxan, vá de por sí andándo con el espácio correspondiente señalándo las hóras. Éste autómato és tambien dificultosísimo, pues ni éste ni ótros nos ha dexado declarados *Serviére*. Pero á mí me parece que el acéro tocado á la piedra imán, puesto en un relox por debáxo del pláto, praducirá éste efecto.

Ótro autómato nos ha venido éstos años á Madrid, que tambien merece alguna atencion. Éste éra un hombre de la altúra de unas cinco pulgadas, el qual puesto encíma de unas gradas héchas á proporcion de su estatúra, levantába los brazos por encíma de la cabeza, doblába el cuerpo hácia atrás, dába la volteréta lo mísmo que los volatínes, y de éste modo baxába los demás escalones.

Bien créo que al leér éste capítulo, no faltará quien diga que escríbo patrañas, pero bien se manifiesta lo contrário, pues cíto los mas de los autores, lo úno y lo ótro que (como dóy á entender en ótra parte de éste líbro) yo no escríbo para aquéllos que creén que la Física experimental séa la mágica negra.

Guillermo Ougthred en su *Opúscula Matemática* tráta de los autómatos; pero és en punto á esféras que demuéstran el cúrso de los Planétas.

Huygens en su *Opúscula postúma* tráta de lo mísmo, pero tambien és tocánte al sol, luna y demás planétas. Aunque de éstos ninguno como el Padre Alexandro en su *Tratado general de reloxes* nos há dexado el cálculo mas perfecto de ruédas y piñónes, para poder ponérlos en un

relox, y que sígan con mas perfeccion á los verdaderos, que están en el firmaménto.

Schotto en su *Thecnica curiosa seu mirabilia artis* y Hautefeuille dán el método para que un relox en lugar de úna muéstra redonda señále las hóras sóbre úna muéstra rectilínea, que puede ser larga de 8, 10, 20, 30, ó mas piés de lárgo, y la agúja vá señalándolas, y de éste módo pueden ser las hóras del tamáño que se quiéra, para poder ser distinguídas désde muy léxos, cérca, ó á la distáncia que se quiéra.

Dexándo, pues, separadas éstas invenciones de los reloxes: y aún dexándo á éstos por un rato diré álgo de éllas, para que véa el aficionado hásta qué púnto há llegado ésta inventiva, pues al cábo los que las hán discurrido, á mas de ser buenos matemáticos, conocían mucho el arte de la reloxería, que de lo contrário no hubieran podido salir con su emprésa.

Un sugeto fidedigno Aleman me aseguró que en tiempo del padre del Emperador reynante hoy dia, un curióso muy sábio había gastádo todo su caudal y treinta años de trabájo en hacer un hombre de madéra y metáles, de la estatúra de un hombre regular; el qual lo presentó al Emperador, y mandándo S. M. que se lo traxésen, lo pusiéron á la puerta de su gabinete (despues de habérle dado cuérda). Echó éste hombre á andar por sí solo, lo mísmo que ótro qualquier hombre vívo, y tambien estába vestido lo mismo: á los quatro pasos se paró para hacer una cortesía á S. M., andúvo despues ótros tres ó quatro pásos, se le púso de rodillas, y díxo éstas palabras *Señor tengais buenos dias*, se levantó, hízo ótra cortesía: se fué, y á la puer-

ta del quarto repitió ótra, y luego le cogiéron: me dixo tambien el tal, que de resúltas de no haber tenido prémio su autor había muerto de pesadumbre [1].

Ótra máquina curiosísima tenía el Rey de Francia en su quarto, segun se vé en los *Elogios de los Académicos* por Fontenélle, que en el capítulo del *elogio del Padre Sebastian, de la Real Academia de Ciencias de París*, dice que éste Padre inventó un quadro que tenía de lárgo 16 pulgadas y 4 líneas, y de álto 13 pulgadas y 4 líneas, y de grueso 1 pulgada y 3 líneas.

Éste quadro representába una ópera, y el Rey la llamába su pequeña ópera, pues éra movíble y sonóra: en lo báxo del quadro había una bolíta que se tirába de élla, y al instánte dába un silvido como en las comédias, y la ópera empezába, saliendo unas figurítas que se meneában, y que segun *Fontenélle* representában como hácen en las pantomínas: ésta ópera éra en cinco áctos, y teniéndo un libríto en la mano, que explicába dicha ópera, se veía hacer las demostraciones de cáda vérso, y de cáda páso á dichas figurítas: á cáda ácto se mudában las mutaciones, sin llegar para nada al quadro; y tambien sinó se le llegába representába quatro veces seguidas dicha ópera. Si se quería que paráse en qualquier escéna que fuése lo hacía, tocándo á un regístro que había á un lado del quadro. Dicho *Fontenélle* asegúra, que éra una infinidad de muélles y piezas las que había para hacer mover dichas figurítas.

(1) Es de advertir que para decir en Aleman *Señor tengais buenos dias* se empléan la mitad de sílabas ménos.

CAPÍTULO XIX.

De los reloxes de sortíja.

Si acáso el lector quisiése hacer algun relox de sortíja, primeramente procurará escoger un buen calíbre, y aún trasplantárlo de su pequeñéz á álgo mayor; pues así como hásta aquí las señoras gastában sortíjas de diamantes bastánte chícas, yá tenémos la fortúna de que en el día las úsan de un tamáño grandísimo, lo que tanto mas nos facílita, para que el diámetro de ésta cláse de reloxes séa mucho mayor; y por consiguiente mayores ruédas, mayor cúbo y mayor volánte, que no és pequéña ventája en un relox tan diminúto.

Teniéndo, pues, yá dicho calíbre, lo mejor será hacer las ruédas de óro; y válgale al Padre Rio ser Español para que yo no ridículice su *Tratado de reloxes*, en donde nos dice, que no crée se hágan ruédas de éste metal: pues si bien se considéra todo el óro que pueden llevar las ruédas de un relox de sortíja, no asciende á dos doblones: és así que éstos reloxes se vénden mucho mas cáros, con que concluyáse si se sacará la ganancia. Aún en los de bolsíllo hay sugétos que mandan hacer las ruédas de óro.

El motívo por qué dichas ruédas en los de sortíja deben ser de éste metal, és porque no háy que dorárlas, despues de acabado el relox, se púlen con grandísima facilidad, no se recuécen los piñónes ni el trinquéte; ésto lo úno, y lo ótro que muchos son de sentir, y yo tambien, que el óro és un metal mas favorable para ludir con el acéro que no el latón.

Á ésta cláse de reloxes regularmente se les dá cuérda por el lado de la muéstra, y así suelen hacérlos á la francésa. En todo él se observará lo mísmo que en ótro qualquier relox. El escápe debe ser de ruéda horizontal, por lo que siempre se le adápta el de cilíndro; el qual, en el capítulo de los escápes, doy el módo de hacérlo.

Los primeros reloxes que se fabricáron de sortíja no tenían caracól: el cúbo, y la ruéda grande íban al módo del rodáge de una repeticion; pero como la mísma experiéncia enseñó que éra imposible anduviése tan arreglado, ni con mucho, como los que tienen ésta importante piéza, yá no los fabrícan sin élla; y así vémos actualmente reloxes de sortíja que no discrépan dos minútos al día.

CAPÍTULO XX.

De algunos escápes de los que mas se úsan, y ótros muy curiósos, y segúros.

Del escápe de ruéda catalína.

El de ruéda catalína no obstánte su antigüedad y grande dificultad que tiene para hacérlo con perfeccion, es el mas conocido por su bondad, utilidad y seguridad; tanto que desconfío se invénte ótro, que le aventáje en éstas tres calidades. Válgale al de cilíndro ser de móda, y que los dueños que tráen aquellos reloxes, regularmente todos ignóran el por qué ándan bien, y vámos al módo de cómo se execúta el de catalína.

Héchas las palétas como díxe en los capítulos III. y VI. y abierta la ruéda catalína, torneáda derecha y redonda, empuntádos los diéntes, y finalmente concluída, se empieza á hacer el escápe, ésto és, que la ruéda y las palétas se engargánten, y páse la ruéda.

Háy diferentes parecéres sóbre el áncho que se debe dexar á las palétas. Únos repárten el diámetro exterior de la catalína en seis partes, y úna de éstas és el áncho de las palétas, ótros le repárten en cinco, ótros de ótro módo, y ótros de ótro, de suerte que no conviniéndose en una regla fíxa, sería alargárme infiníto querer ponerlo inútilmente por exténso.

El módo que júzgo éntre todos éllos mas cierto és éste. Ó el relox és Francés ó Inglés: si és de la primer cláse braceará ó cruzará mas el volánte, y si és de la segunda ménos. Para ésto téngo un instruménto, ó le hágo que és muy fácil. Se reduce á una porcion de círculo figúra 39, lámina 7.ª, el qual désde *a* hásta *e* és de 40 grados, y el médio és *s*. Siendo el relox Francés señálo en mitad de la orílla exterior del gallúzo una rayíta: póngo el céntro de éste instruménto en el del gallúzo; y que el púnto *s* esté sóbre dicha rayíta. Luego en el gallúzo señálo con ótras dos rayítas los extrémos *a* y *e*; y despues vóy estrechando hásta una cierta proporcion las palétas, ó limando el lardón, de módo que quando escápe la catalína, cáda una leváante el volánte hásta cáda una de éstas dos señales; lo qual se conocerá con la puntíta del escariadór con que se hága ir el volánte del un ládo y del ótro, empujando la ruéda de cánto, como déxo explicado en el capítulo VI. Con ésto, y las demás precauciones que tambien explíco

Lám. 7.ª Fig. 39.

en el capítulo del espirál se puéde hacer un escápe con bastánte perfeccion.

Hé puesto el escápe á la francésa por ser el mas difícil, pues á la inglésa ráro és el gallúzo que tiene dichas márcas ó rayítas, por donde se conoce no se sírven á menúdo de dicho instruménto, y prueba de éllo, que á la francésa siempre háy una barréta ó cruz del volánte, que míra perfectamente dicha mitad exterior del gallúzo, por motívo de clavárse las palétas de módo que la grande apúnte dicha barréta, lo que facilíta tanto mas para servirse de dicho instruménto, pues en el círculo y frente de élla se póne el clavíto, para que no buélquen las palétas, y á la inglésa las clávan en qualquier parte, y lo demás lo háce la mucha práctica.

Del escápe de cilíndro.

El célebre *Grahán* fué el inventor de éste escápe, pero no nos dexó el secreto que tenía para templar los cilíndros. No porque no se gásten con el ludiménto de la ruéda, pero és ménos en los súyos que en los demás reloxes.

Éste escápe éntre ótras cosas, se diferéncia del de ruéda catalína, en que éste último con que esté medianamente hécho, puede andar el relox muy bien, y éste ótro no háce lo mísmo, si el escápe no está bien hécho. Además de ésto si en un relox se rómpen unas palétas, y en ótro un cilíndro, cuesta éste cinco ó seis veces mas dinero á su dueño que no aquéllas: lo própio sucéde si se rómpe la ruéda, con la particularidad que á una ruéda de cilíndro facilmente se le rómpe un martíllo ó diénte, y á una catalína rarísima vez sucede. Pero como éste és un Tratado

que me obliga á hablar de él por ser muy usado: daré su explicacion.

Primeramente se há de tener cuidado qué género de latón se tóma para hacer la ruéda: el de cázos ó caldéras de latón de cocína és el que mas comunmente se úsa. Pero en ótra parte diré qual és el mejor. Si ésta ruéda há de tener supongo 15 diéntes, se abrirá en el número de 30, con una fresa muy delgada; y si hubiése instruménto para abrirla ó acabárla, será mejor, sinó se acabará á la mano.

Los diéntes de ésta ruéda, se llaman martíllos, se procurará estén poco levantados del pláno de la ruéda, ésto és, que sus piés ó colúmnas séan baxítas y bien redóndas.

Vísta la ruéda verticalmente diré que dichos martíllos hán de ser plános por encíma como *a a*, figúra 40, lámina 7.ª Si el árco del levantamiento és muy grande, quiero decir, que si así como las palétas levántan 40 grados, 20 de un lado y 20 de ótro: éste volánte de cilíndro levantáse demasiado, se limará en dichos martíllos en *d a a*, y quedará *f h*, para lo qual háy un instruménto, sóbre el que se líman todos los martíllos con igualdad. La parte *d f e* no se acába, hásta que el escápe esté hécho. Se observará tambien que la púnta del martíllo de la ruéda *n n*, figúra 41 no llégue al agujéro de la potánza, ó céntro del cilíndro *s*, y que despues de concluída quéde lo mas ligéra que se puéda.

Lám. 7ª Fig. 40.

Lám. 7ª Fig. 41.

Ahora para hacer el cilíndro se tóma buen acéro; se taladrará á la larga, y se agrandará éste agujéro de un lado y de ótro, con un escariador que séa casi cilíndrico. Pero resultará que en el médio del cilíndro quedará un si és no és mas gruéso, lo que así conviene, para que quando

se adúzca por déntro, lo esté mas en aquél parage, por ser donde toma la ruéda.

Despues se le entálla, y para éso se le ajústa una varíta de latón redondo por déntro, y se líma algo ménos de la mitad (cilíndro y latón todo júnto); y como el cilíndro há de estár álgo ménos entalládo de la mitad, para que
Lám. 7ª sóbren las dos porciones *b* y *c*, figúra 41, se dá média vuelta al latón; se hácen dos señales á las oríllas de lo limado, y se sáca: se míra si descontando désde una señal hásta la oríllа háy el cánto de la porcion *b*, y del ótro el de la porcion *c*, y siendo así (que de no se vuelve á limar de nuevo) hásta que dichas dos señales demuéstren lo sobránte para dichas porciones, éxtra del diámetro del latón: se hará á dicho cilíndro la ótra entálla mas profúnda, y mas báxa del lado *c*, para que el cilíndro no tropiece en la oríllа inferior de la ruéda al cruzar.

El cilíndro ha de tener de gruéso por fuera, lo que vá de un diénte á ótro, poquísimo ménos, y por déntro que quepa un martíllo de la ruéda, con poquísimo juego.

Despues se templará, y para que no se tuérza al fuego se meterá en ótro cañón de acéro mas grueso, que éntre jústo, y templárlos ámbos en aceyte ó água: se pavóna el cilíndro, metiendo déntro de él un pedazo de acéro, y éste se calentará de módo que los dos cabos del cilíndro quéden amarillos, y lo de enmédio lo ménos revenido que se pueda. Luego se adúce con un pedazo de acéro redondo, y piedra de aceyte bien molída, y poniendo una garrúcha en el cilíndro, teniendo dicho acéro con una mano del un extrémo, y que el ótro éntre en una de las púntas que se ponen en el tórno: se tornéa con el árco en la

garrúcha, hásta que esté bien aducido por déntro: y del mísmo módo se pulirá.

Hécho ésto se hácen los tapones de cóbre, con el bien entendido, que para que el cilíndro se quéde y permanezca siempre redóndo, despues de agrandádos los agujéros á dicho tapones para los pivótes del lado de éstos, se clávan por detrás. De éste módo como el pivóte tiene por déntro, por mas que se tornéen, y se recúlen dichos tapones, jamás se pondrá el cilíndro mal redondo. El módo de clavar éstos és torneárlos para que éntren bien júsios, y despues con piedra de aceyte bien molída y seca se méten, y de ésta suerte se tienen muy firmes.

Yá hé insinuádo que las dos porciónes *b* y *c*, figúra 41, Lám. 7ª son para el árco de levantamiénto. En la *b* se há de tener cuidado de quitar la orílla *i* en redóndo, y désde allí hásta la esquína *t* en declívio y en redóndo. La porcion *c* perfectamente llána désde *u* hásta *x*. Dicho cilíndro debe quedar tambien muy delgado. Frente del céntro *s* se pondrá el clavíto al cilíndro. Yá se supone que el tapón superior sirve tambien para hacer el asiento donde se cláva el volánte.

Se pulirá toda la ruéda, pero principalmente los martíllos. Éste escápe no puede andar sin espirál. En ótra parte dixe que me parezco á *Berthoud*, que no sóy amante de éstos escápes, por cuyo motivo no sóy mas lárgo (1).

(1) No obstánte conociendo quantos reloxes de cilíndro háy en Madrid, está para dárse á la Imprenta un libríto que yá téngo concluido, intitulado: *Módo de hacer el cilíndro, su ruéda y escape*, y vá acompañado de láminas. El curióso hallará en él una explicacion muy circunstanciada, y verá tambien las diversas formas de diéntes, que

Otro escápe álgo moderno y muy símple.

El título de éste líbro me obliga á salir de los límites en que me pondría el no querer demostrar sinó los escápes que todo el mundo conoce. El que sigue és el mas fácil de todos, y si no fuera por un inconveniente muy grande que tiene, que és el de roérse la ruéda, me parecía el mas perfécto, aunque imíta mucho al de cilíndro, pero éste dáño és muy grande á no reducírse á hacer dicha ruéda de escápe nueva cada diez años.

Éste escápe no lléva ruéda de cánto, y en su lugar és una ruéda plána con los mísmos diéntes. La que había de ser catalína, tambien está puesta en jáula de la mísma suerte que una de cilíndro: á ésta llamarémos roquéte porque sus diéntes son puntiagúdos como los de un roquéte de áncora. Para un relox regular será el mejor número 17 diéntes, pues hé experimentádo lo mal que ánda con 15, y aún mucho peór con mas de 19, mediante haber yo hécho un relox de ésta cláse.

Lám. 7ª F. 42 y 43. En lugar de palétas ni cilíndro és una varíta vísta, figúra 42, lámina 7, que lléva una espécie de áncora *m* (aunque todo és de úna piéza) que vísta de pláno, y en grande para mayor explicacion, se manifiesta en la figúra 43.

Lám. 7ª Fig. 44. Supóngo que el diénte del roquéte descánsa en la orílla de dicha áncora en el parage *a*, figúras 43 y 44. Luego que ésta háya empezado á retroceder, movida del espirál, y que háya pasado su diámetro *a a*, cláro está que

vários sugétos hán dado á la ruéda de cilíndro. Discúrro merecerá algúna atencion, mas que el de *Jodin* de París.

el diénte resvalará alrededor del círculo *a e c*, hásta encontrar en el huéco *c d* (para cúyo fin se concavará la varíta), y continuará lo lárgo de *d s* hásta salir fuéra. Bien se percibe á la vísta que quando el diénte resvála en *e c*, irá el volánte á la izquierda, y quando de *d* en *s* á la derecha.

Para hacer ésta áncora ó especie de cilíndro la figúra 44 vísta tambien en grande, supóne tiráda la línea *a a*, que és su diámetro. Despues las perpendiculáres *s a* y *e b* de igual altúra, con la diferéncia que la *s a* résta en el extrémo del áncora désde *a* hásta *s*, sirviendo de cuérda al círculo; y la *e b* está enmédio del semicírculo *c e a*: la distáncia *d c* sírve para que páse cada úno de los diéntes del roquéte despues que há caído de *e* en *d*. Lám. 7.ª

Los hermanos Charróst, reloxeros en Madrid, quisiéron perfeccionar éste escápe, haciendo la varíta con su áncora como lo demuéstra la figúra 45, lámina 8.ª, en la que *n* és el áncora; y la varita és al módo de cigueña; y en lugar de roquéte éra una ruéda como de cilíndro con sus colúmnas, pero sin martíllos. Lám. 8.ª Fig. 45.

Por lo demás és cierto que el relox ánda muy bien, y como dixe, sinó fuéra porque las púntas del roquéte, y aún las colúmnas de la rueda se gástan mucho mas, yo le estimaría mas que ningun escápe, por las muchas esperiéncias que híce, así con el que fabriqué, como en un relox de éstos en 7 años que traté á su dueño. Este escápe és muy bueno para reloxes de sortíja, y muchísimo mas fácil que el de cilíndro [1].

(1) Este escápe se construye tambien de ótro módo: haciendo la porcion *d s* del áncora, figúra 44, lámina 7.ª, al dóble mas lárga que la

Escápe de embúdo.

El relox que lléva éste escápe, no le pude experimentar, pero su dueño que éra un Coronel de Ingenieros, hombre de verdad, lo había comprado en París á *Pierre le Roy*, y me dixo, que había mas de diez años que el relox le andába bien, sin haber hécho en él ótra cosa que limpiárlo de quando en quando.

Lám. 8ª Fig. 46. La varíta de éste escápe és semejánte á la figúra 46, lámina 8.ª, y del mísmo pedázo su vára y embúdo: éste cabádo por déntro, y solo por el pié tenía á la vára. Estába además de ésto hendído por un lado á lo largo, y los dos lábios de ésta hendedúra éran delgados: sus esquínas superiores redondeádas, y socabadas tambien álgo por déntro. El áncho de ésta hendedúra éra poco mas del grueso de un diénte de la ruéda.

Ésta que la llamarémos catalína dóble se componía de su piñón hécho y colocado á lo regular y dos ruédas: la una puesta tambien á lo natural con 6 diéntes, y éstos parecían ótras tantas varítas redondas; y la ótra clabada sobre la misma tíja del piñón de cára á ésta con ótros 6 diéntes en la mísma fórma. Pero estában clabadas de módo, que frente del hueco de dos diéntes de la una ruéda se presentába el diénte de la ótra. Ésta segunda ruéda íba clabada sobre un platíllo ó asiento de latón, y por detrás salía el pivóte que entrába en la potánza: bien entendído

porcion *b e*. Otros (para mayor perfeccion) no se conténtan con ésto, por estár obligados á entallar mucho la varíta ó cuerpo de ésta especie de cilíndro, y para remediárlo, hácen el todo segun se demuéstra de perfil en la figúra 45, lámina 8ª

que para ésto se ponía el lardón por detrás de la potánza.

Éste escápe consistía en que descansába un diénte de la una ruéda en lo inferior del embúdo, á quien el espirál volviéndole, le hacía presentar su hendedúra á dichos diéntes, entónces éste resvalába lo lárgo de élla: y como la segunda ruéda tambien tornéaba, presentába ótro diénte en el mismo parage que el antecedente, al que asimísmo el espirál trayéndo el volánte obligába á resvalar; y así á los demás.

Escápe de áncora regular.

Tanto quanto tiene de difícil el escápe, que despues explicaré, tiene éste de fácil y segúro, pues és menester que esté el relox sumamente súcio para que se páre, porque jamás empúnta, solo con que esté medianamente hécho, y se hálla en muchos reloxes en éste país. Es tan símple su execucion que me parece inútil explicarle por exténso. Solo diré que regularmente se tóman para hacer la áncora álgo mas de 7 ó de 9 diéntes de la ruéda ó roquéte: su largo segun se quiera que se menée la péndula. Únos le dán el semidiámetro del roquéte; ótros mas, ótros ménos. Quando el diénte *b*, figúra 47, lámnina 8.ª, há escapádo del brázo *f* se presénta el brázo *d*, y el diénte *g* cáe encíma del árco *t*: volviendo despues el brázo *f* á caér recíbe el diénte *e*, y así los demás. No tiene mas defécto éste escápe que el ser de retrogradacion, y no de reposo como el que sigue. Lám. 8ª Fig. 47.

Escápe de áncora de Grahám.

La gran práctica há hécho conocer que éste sería el maestro de los escápes, á no ser su mucha delicadéza en

parárse, lo que acontece facilmente en muchas ocasiones, como son, cáso que el roquéte no esté perfectamente igual y redóndo, ó que séa muy chíco, ó que se háya omitído alguna cosa en la execucion, ó que el relox no esté perpendicular. Pero como quiera estando bien hécho, y en un buen relox, tiene un mérito superior; y si hé de decir lo que siento con ingenuidad, soy tan apasionado á éste escápe como poco amígo del de cilíndro.

Ninguno há explicado mejor que el célebre *Berthoúd* hásta ahora que yo sépa, las reglas positivas para empezar éste escápe. Propóne désde luego que según se quiera hacer meneár la péndula, se tóme la distáncia para hacer la áncora, v. g. si se quiere de un grado, se le ha de dár diámetro y médio de la ruéda para el lárgo de la áncora. Y á proporcion que se deséa que dicha péndula se menée mas, habrá de ser mas córta la áncora. El relox de *Ellicótt* que está en el quarto del Rey mi amo, tiene éste escápe, ánda perfectamente, y se menéa 5 grados la lentéja por ser la áncora mas córta.

Ahora háy ótra dificultad: yo hé vísto hacer éstas áncoras, y como no sabían perfectamente las primeras reglas, empezában por las últimas. Para lo qual decían, quiero, supongámos, que éste escápe abráce 13 diéntes: puesta la
Lám. 8ª púnta del compás en el púnto *a*, figúra 48, lámina 8.ª, ti-
Fig. 48. rában los círculos como *a c t*, éstos cogían 12 diéntes, y el que éntra ó sále que son 13: luego hacían ésta áncora de latón, formando los brazos *s r* en éstos círculos; y como no estában segúros del grado de declinacion que se debe dár désde *s* hásta *u*, ni désde *r* hásta *o*, como ni tampoco del áncho de éstos brázos, por éso éra el hacérla de latón

para podérla límar, y si éra demasiado córta forjárla, para alargárla ó ensanchárla, hásta que quedába poco mas ó ménos en su púnto. Despues hacían la de acéro, señalando sóbre éste los contórnos de la de latón. En el día háy muchos que aún siguen éste método.

Hé dado ésta explicacion, lo úno para que se véa la diferéncia que háy de quando se trabája á ciégas, á quando se trabája con princípios sólidos: lo ótro porque añadiendo las demás reglas á lo yá explicado, se puede executar désde el princípio, sin el trabájo dóble de tener que hacer una áncora de latón.

Tocánte á el lárgo de la áncora éste és mi parecer: dice *Berthoúd*, que para que la péndula se menée un grado, se há de tomar diámetro y médio de la ruéda para hacer la áncora, y para 10 grados á raíz de los brázos. Yo sóy de sentir, que dándole á dicha áncora de lárgo un diámetro de la ruéda, sále un escápe muy bueno, y se libérta el artífice en gran parte de aquéllos defectos que déxo dichos. Algunos reloxeros hácen dos agujéros en la platína de atrás, para observar el escápe quando ánda, y por consiguiente lo vén al revés: de éste módo está grabado en el de la figúra 48, lámina 8.ª (1).

Trácese désde luego en una de las platínas el tamáño del roquéte, que será v. g. *mn*, la mísma figúra 48. Perpendicular á éste tírese una línea, y señálese en élla el lárgo que se quiere dár á la áncora, supóngo en *a*. Tírense luego las perpendiculáres *abd* de un lado, y del ótro *a h b*; los puntos *s o* de interjeccion serán los dos de la áncora, en don- Lám. 8.ª

(1) Regla general: quanto mas larga séa una áncora, ménos se meneará la péndula; y quanto mas córta séa, se meneará mas.

de ha de tomar el roquéte: désde éstos se trazará el círculo *a s c* y *a o t*, poniendo la púnta del compás en *a*. Aunque en rigor puede excusárse el tirar dichas dos líneas *h g*, *f d*.

El áncho de los brázos *s o* será álgo ménos de la mitad del huéco que háy éntre dos diéntes del roquéte.

Para los plános inclinados *s* y *o* se tirarán las líneas *a s* como hásta *y*, y *a o* como hásta *x*. Se tirarán ótras dos *a k*, *a x*: éstas líneas sírven para dár éntre *y* y *k* la mitad de la distáncia, que úno quiere que se menée la péndula: y lo mísmo del ótro lado éntre *l* y *x*. Determinada ésta distáncia las líneas *s u* y *r o* serán los plános inclinados.

El número de diéntes que abráza la áncora és arbitrário, únos dán 13, ótros 11 y ótros ménos. Yo hé observado que si és para un relox perfectamente hécho, que estará bien custodiádo, y fíxo en el parage donde débe servir, y mas si és para hacer observaciónes: en tal cáso conviene que la áncora tóme 13 diéntes; pero si és un relox para una casa donde esté expuesta su caxa á los tropiezos de los criados ú ótros inconvenientes, és mejor que dicha áncora solo tóme 11 diéntes, pues no estará tan expuesto á parárse.

Algunos artístas hácen los brázos ó pálas de las áncoras separadas y ajustadas con tornillos, para tener la ventája de no pavonárlas, sinó és la de dexárlas con cási toda la fuerza del témple, y lo restánte de la áncora quéda mas blanda ó como se quiera. Éste pensamiento me há parecido muy bueno, aunque tambien pueden ser todas de una piéza, y dexárlas en el grado de dureza que se quiera; pero les será tal vez mas difícil.

Si tambien se quiere adaptar éste escápe á los reloxes de torre, se puede muy bien, haciendo ésta áncora de dos piézas como un compás y con su tornillo *h*, figúra 49, lámina 8.ª con su hémbra *z*, mediante lo qual se ábre, y se cierra la áncora, segun se desée, y despues se apretará con el tornillo *f*. Lám. 8.ª Fig. 49.

Y cáso que se pónga éste escápe en tales reloxes, conviene no séa perfectamente de reposo, y para éllo se líman un si és no és plános, y nó en redóndo los círculos *a b* y *c d* en los parages donde descánsa la ruéda, á fin de que ténga álgo de retrogrado.

Escápe de Amant.

Éntre los muchos escápes que conózco, y que yo mísmo hé executado en diferentes reloxes, por el gran deséo que hé tenido siempre de apréndер, aunque no los cíto todos por no alargárme mas en éste Tratado, como yá téngo dicho en ótra parte, háy úno inventado por *Amant* que tambien *Thiout* le cíta en su primer tómo, que és de los que mas me hán gustado, sin embárgo no ser tan fácil como curióso, el qual se demuéstra en la figúra 50, lámina 9.ª Lám. 9.ª Fig. 50.

Consíste, pues, en una ruéda plána con 60 clavítos, que la hácen parecer de cánto; luego su áncora, y juega de éste módo: quando la paléta *a* há abandonado el clavíto *i*, cáe dicho clavíto sóbre el brázo *b* que le está cercáno.

La limpieza de éste escápe está en que en ésta postúra la agúja de segúndos se quéda quieta, hásta que volviendo la péndula de *e* en *f*, cáe el clavíto *c* en la paléta *a*, y allí vuelve dicha agúja á estár quiéta, pues la ruéda ni re-

trocéde ni adelánta hásta que vénga la péndula de *f* en *e*, que entónces escápa, y al hacérlo por los plános inclinados *a s*, dá á la áncora, y por consiguiente á la péndula el impúlso para el movimiento que en los demás reloxes.

Ésta áncora se puede hacer tambien si se quiere del lárgo de la de *Graham*; pero de todos módos el un brázo débe estár limádo por debáxo, álgo mas que la altúra del ótro, á fin de que no tropiéce en los clavítos de la ruéda al andar ésta: éste escápe en dicho libro de *Thiout* está mal trazádo, pues póne la áncora sumamente córta.

Generalmente para todas las áncoras encárgo el sumo cuidádo de que sus agujéros éntren en las váras, que las llévan exâctamente jústos, porque aunque séan quadrados, y se les pónga un pasador, si les falta éste requisíto, y se menéa la áncora, por poco que séa, se parará el relox.

CAPÍTULO XXI.

De cómo se tóma el grueso para hacer los piñónes.

Aunque los engargántes de reloxes de bosíllo y de sala estén héchos báxo de los mismos princípios, y que el gruéso de los piñones parézca ser el mísmo, sin embárgo se hálla alguna diferéncia, por el motívo, que en los grandes, las ruédas tienen mayor número de diéntes que en los pequéños; por lo que quedándo los piñónes del mísmo número, no se penetran tanto los diéntes únos con ótros, quiero decir, que el rádio primitívo del piñón se acérca mas al rádio verdadéro. De lo que se sígue que semejánte engargánte és el mejor; porque los diéntes están ménos

forzádos á penetrárse, y háy ménos flotaménto.

De aquí se origína que el gruéso de los piñónes és diferénte en un relox de bolsíllo ó en un relox de péndula, segun que dichas ruédas están mas ó ménos poblédas de diéntes relativamente á su piñón; y así quando se háce un piñón de 8, que engargánta en una ruéda de 32, se tomarán ménos diéntes, ésto és, se hará el piñón mas pequéño que si engargantára en úna ruéda de 72, y siempre se irá de ménos á ménos, á medida que el piñón ténga que dár ménos vueltas.

Luego que la ruéda esté ábierta, y que se quiéra tomar el grueso de un piñón, se servirá el lector de un calíbre de piñónes, figúra 51, lámina 9.ª, que és una especie de compás que se ábre y se ciérra mediante el tornillo *a*. Si por exemplo se quiere hacer un piñón que ténga 16 diéntes, se tomará con dicho compás (ó calíbre de piñónes) el espácio de 6 diéntes, sin redondeár, quiero decir, que el compás abráce 6 diéntes entéros; y ésta abertúra de calíbre será el diámetro de un piñón de 16. Lám. 9.ª Fig. 51.

Para un piñón de 15 há de entrar muy jústo ó muy forzado el calíbre en dichos 6 dientes.

Para un piñón de 14 se redondearán los 6 diéntes, y con el calíbre se tomarán las 6 púntas.

Para un piñón de 12, si és para péndula, 5 diéntes sin redondeár, y que éntre el calíbre jústo; y si és para relox de bolsíllo, redondeádos, se tomará álgo mas de sus 5 púntas.

Para un piñón de 10, 4 diéntes júsios sin redondeár.

Para un piñón de 9 álgo ménos de dichos 4 diéntes sin redondeár.

Para un piñón de 8 las púntas de 4 diéntes, y si és para relox de bolsíllo álgo ménos.

Para un piñón de 7 en péndula tres diéntes jústos sin redondeár, y aún álgo mas; y si és para muéstra 3 púntas buenas: cuidado que éste engargánte débe estár muy forzado.

Para un piñón de 6 tres diéntes jústos sin redondeár para las péndulas; y álgo mas de 3 púntas para relox de bolsíllo.

Para un piñón de 5 tres púntas.

Para un piñón de 4 dos diéntes sin redondeár.

Se ha de observar que siempre y quando un piñón hága andar una ruéda, se débe hacer un si és no és mayor que el diámetro que le corresponde; y al contrário, si és la ruéda la que háce andar al piñón.

Ótros tienen ótro método para tomar el gruéso de los piñónes, quando éstos son para péndulas: y és, cortando una lísta de un náype: si el piñón és v. g. de 16, puesta dicha lísta sóbre los diéntes de la ruéda, y cortada á la distáncia de 18 diéntes, y rodeada despues alrededor del piñón; y que abráce perfectamente á éste, será el grueso verdadero que débe tener: si dicha lísta no le puede abrázar, torneárle hásta que lo hága, y si sóbra de la lísta el piñón será demasiádo pequéño.

Mediánte éstas medídas, podrá el curioso determinárse á hacer qualquier piñón con toda exâctitud.

No me extiendo á explicar ótro módo que háy tambien con el compás de proporcion: pues la experiéncia demuéstra claramente, que tomadas las medídas para hacérlo, como quédan expresadas, ándan los reloxes con toda perfeccion.

CAPÍTULO XXII.

Del módo de hacer los engargántes.

Hé observado en todos los Tratados de reloxería que siempre és éste el capítulo mas enredoso. Sus autores se hán explicado *ex profeso* en términos algébricos ó geométros, sin reparar que és rarísimo el oficial reloxéro, aún en sus mismos países, que les entienda, y así por lo regular éste capítulo se quéda por acabar de leér. De lo que hé inferído muchas veces que solo los escribían; los únos para demostrar que sabían la Álgebra y la Geometría, y los ótros para dár tambien pruebas de saber la Geometría y la Álgebra: dexando únos y ótros al pobre oficial ú aprendíz en ayunas.

Á querer yo salir de éste páso con facilidad, no tenía ótra cosa que hacer sinó és traducir un cálculo de engargántes que háy de *La Lande*, hábil Matemático de la Academia de París, ó bien el cúrso matemático de *Camus*, ó sinó el capítulo *Diénte* de la Encyclopédia antígua; y hallába hécho todo mi trabájo; pero como mi intencion no és la de escribir éste Tratado para lucir en la arte de reloxería; sí solo la de alentar y enseñar á mis paisános para que se aplíquen á él; y como para conseguirlo el mejor módo es proporcionárles los médios de que apréndan las cosas mas esenciales y difíciles que encierra en sí con facilidad. Me véo precisado á explicárme en todo éste libro en términos que tal vez parecerán ordinarios, pero que son acomodados á la inteligencia de muchos de mis jóvenes lectores.

Despues de hécho un piñón del gruéso que precisamente se requiere, y acabados los diéntes de su ruéda, se mirará como asúnto de grandísima conseqüencia en un relox el que el engargánte esté bien hécho. Para mejor explicacion supóngo, figúra 52, lámina 9.ª, el púnto *a* que és el centró de una ruéda, y el *b* será el del piñón. Tírese una línea de úno á ótro: á ésta la llaman los Geómetras la línea de céntros. Supongámos tambien que así ruéda como piñón no tienen diéntes, y que solamente son dos círculos perfectámente lísos *c d* y *e f*, que tocándose superficialmente al andar el úno, precíso andará el ótro, y al acabar de dár vueltas, lo harán con una suavidad muy grande.

Lám. 9.ª Fig. 52.

Ésta mísma suavidad nos enséña la que débe tener un buen engargánte, y para conseguirlo, supóngase que la línea *a h*, figúra 53, és el lado del diénte de la ruéda, y que *b s* és el del piñón: si oprimiendo éste con úna mano, y empujando con la ótra la ruéda se presénta en ésta conformidad cáda diénte de la ruéda, á cáda úno del piñón, estará hécho el engargánte con perfeccion; lo qual se puede vér mejor en el instruménto de engargántes. Dichos autores llaman á ésto conducir el engargánte, pasada la línea de los céntros. Pues como se vé en la figúra 53 éntre el diénte de la ruéda y el del piñón háy un huéco, y quando los dos se júnten habrán pasado dicha línea.

Lám. 9.ª Fig. 53.

Si el lector se há enterado, yá tiene descubierto todo el secreto de un buen engargánte. Porque si ruéda y piñón no se engargántan bastánte, habrá un juego muy grande éntre úno y ótro. Por exemplo, sujetándo el piñón con una mano, y meneándo con la ótra la ruéda, irá y vendrá ésta

con tanta holgúra como si hubiera pasado un diénte: y entónces éste engargánte és muy fálso. Si por la contraria ruéda y piñón se agárran demasiado, ó no caminarán, ó lo harán con muchísimo trabájo.

És una lástima, no solo en éste Reyno, sí tambien en ésta Corte, vér muchos reloxeros establecidos de bastántes años, que no sáben tomar el grueso de un piñón, y ménos hacer un engargánte.

Todo engargánte bien hécho, segun acábo de demostrar, caminará cási con la mísma suavidad que si tales diéntes no hubiéra. Se conseguirá la uniformidad en el movimiénto del escápe, y toda la fuerza del muélle se aprovechará; y de nó resultarán precipitaciónes en el escápe, parárse el relox, y si nó lo háce andará muy mal.

El engargánte de la ruéda de cánto con el piñón de la catalína lo míran los extrangeros como el mas difícil; y yo le considéro el mas fácil. Diré sin apartárme de las réglas prescrítas, que si dicho engargánte és demasiado fuerte crugirá, y tal vez se parará el relox. El por qué és, porque quando el diénte *a*, figúra 54, quiere entrar en el piñón, como el diénte *c* no há acabádo de salir, dicho *a* se atásca contra el diénte *b*, como lo demuéstra la figúra 54; y si dicha ruéda engargánta poco, facilmente se conoce á la vista, y tal vez se parará por quedárse descansando el un diénte del piñón sobre ótro de la ruéda, y no la déxa seguir su cúrso. En el lugar que estando dicho engargánte en su púnto se consígue mucha ventája para el escápe, camína con suavidad, y se obsérva con gústo, que andando el relox á cáda diénte que dicha ruéda pása, élla mísma retrocede hácia atrás, y tánto en algunos reloxes que de Lám. 9ª Fig. 54.

pronto paréce no ánda tal ruéda, y que no háce mas que ir hácia adelante, y volver hácia atrás.

En los reloxes de sala hé vísto ótro módo de hacer los engargántes que salía tambien muy bueno, pero és de advertir que éran piñónes de muchos diéntes cómo de 24 &c. Encasquillában los agujéros, de módo que estándo desvastáda la dentadúra, y cási redondeáda la ruéda, no pudiésen correr élla y el piñón. Despues la pasában las límas de igualar, y todavía no corrían sinó con mucho trabájo. Despues torneában un si és no és la ruéda, la redondeában los diéntes, y corría con facilidad. Pero cuidádo con ésta operacion, porque sí és la ruéda quien háce andar al piñón, débe su diámetro ser álgo mayor á proporcion del piñón: y al revés, si el piñón háce andar la ruéda, débe ser álgo mayor en la mísma proporcion el del piñón que el de la ruéda, como yá téngo dicho. Régla general: siempre el que guía ó háce andar, débe ser álgo mayor que el guiádo.

Facilíta mucho para hacer un buen engargánte el que los diéntes del piñón séan bastante delgados hácia el céntro, para que la ruéda pueda entrar en éllos con la mísma libertad que si fuéran piñónes de lintérna.

És igualmente perjudicial, quando los diéntes de la ruéda son demasiádo ánchos, para hacer un engargánte perfécto; como quando son demasiádo delgados, por lo expuesto que están á rompérse: en un buen médio estríva la perfeccion.

Si és un engargánte de ruéda con ruéda, supongámos cada úna de 60 diéntes, és tan fácil que no merece explicacion. Lo mísmo sucéde de engargánte de dos ruédas úna de 80 y ótra de 40.

Para hacer el engargánte de la ruéda sin-fin, que vá debáxo del cúbo, se procéde de éste módo: se háce dicha ruéda, se póne con su árbol en jáula: con el remontador se dá una vuelta por el sin-fin, como si fuéra para subir el muélle: se quíta despues la ruéda, y se hallarán señalados los diéntes en élla, porque las róscas del sin-fin lo habrán hécho: se contarán quantos diéntes háy señalados en dicha ruéda; y supongámos háy 17, se abrirá en la plataforma en el número 16, porque el diénte que se suprime és para dár el huéco necesário á los demás, para que el sin-fin páse con libertad.

CAPÍTULO XXIII.

Hacer un escápe con una ruéda catalína que esté desigual; y módo de igualárla.

Discúrro que algunos reloxeros y aficionados me agradecerán éste capítulo, por ser un lance que sucéde con freqüencia, especialmente en los reloxes de bolsíllo: Mayorménte careciendo tanto en éste país de las mejores herramientas para trabajar como se débe; y éntre éllas los instruméntos para igualar las ruédas catalínas, que están héchos en figúra de una plata-fórma. Pues jamás el escantillón con el púlso de la mano las puede igualar con perfeccion.

Yá se acordará el lector que en el capítulo VI dixe, que para hacer el escápe, teniendo la jáula con la mano izquiérda, y empujándo la ruéda de cánto con el dédo índice, como si anduviera el relox, se hacía con la mano de-

recha (teniendo un escariador de agúja) ir el volánte hácia fuéra y hácia déntro, para vér si las palétas caían con igualdad, ó mas úna que ótra.

Al hacer ésto se obsérva en muchos reloxes la desigualdad de la ruéda catalína. Supongámos que de la paléta chíca cayéron 12 diéntes mas que de la grande, y dos ó tres, ó mas, mucho ménos, y aún el último de éstos empuntó. Lo que yo hágo, y que una larga experiéncia me há hécho discurrir, y que me há salído medianamente bien, és señalár con tínta aquéllos dos ó tres diéntes. Luego con las pincétas los tuérzo, ésto és, les doy mayor grado de inclinacion. Vuélvo á exâminar de nuévo si cáen con igualdad, y de nó tuerzo más el que lo necesíta, hásta que quéden todos con la seguridad de que el relox no empunte (1).

Aunque me sírvo de ésta expresion *torcer*, solo és para mejor explicárme, pues cláro está que aunque al parecer és torcer los diéntes, no és sinó enderezárlos, para que quéden á igual distáncia únos de ótros.

Si és en una péndula, siendo así que nunca se deben limar por detrás los diéntes de éstas ruédas, míro quales son aquéllos que están enfrénte de éstos, en igual número (cáso de no poder torcer éstos), y aquéllos los límo por detrás. Vuélvo á poner dicha ruéda en jáula, y á mirar si todavía cáen ménos que los demás. Si así sucéde vuélvo á limar, si lo permite el diénte; y en fin repíto ésta

(1) Una cosa muy esencial para que el relox no empúnte estándo la catalína muy desigual és hacer nuevo el agujéro del lardón, á fin de que el pivóte pueda estár jústo dexándole solamente la precísa libertad.

operacion hásta que la ruéda se encuéntre igual; despues los empúnto.

Ahóra si el relox fuése muy cháto y la catalína muy pequéña, cuidado con la operacion arriba dicha, que no és para todos por ser muy difícil: pero en los reloxes regulares, y mayormente Ingléses és tan fácil como útil.

CAPÍTULO XXIV.

Del espirál.

Despues de haber inventado el reducir los reloxes á ser tan chícos, que pudiesen servir para traerlos en el bolsíllo, siguió la admirable invencion del espirál. Primero lo hiciéron cási recto, despues mitad recto y mitad serpentino; y finalmente enroscado en espirál como hóy se úsa.

Fué tan apreciable ésta idéa que hubo un pleyto muy reñido éntre dos hábiles hombres, el úno *Huyghens*, y el ótro el Abate *Hautefeuille*; y parece ser se sentenció á favor de *Hautefeuille* (1). Lo cierto és que el espirál és el arréglo perfecto de un relox, y por cuyo motívo las Académias solo permiten el que éste discrépe en 24 hóras no mas que un minúto.

Prueba bien grande del atráso que padece éste arte en nuestra España, és vér que le llaman el pelo, y sóbre todo que muchos creén que lo és.

El espirál és un muélle de acéro templado y pavonádo, cuya elasticidad és causa que vuelto el volánte hácia atrás,

(1) El pleyto fué porque cada uno de los dos quería atribuirse la estimacion de haber inventado el espirál.

por el impúlso de la catalína, lo vuelve hácia delánte, luego que ésta desampára qualquiera de sus dos palétas. Éste si que corrige en gran parte las precipitaciones y ótros defectos en un relox, y nó invenciones de escápes nuevos que nos dán en país extrangero, mas enredosos y ménos segúros que los buenos yá conocidos y experimentados.

És tal su propiedad, que en una urgencia se puede hacer que un mísmo espirál hága atrasar ó adelantar un relox hásta seis hóras en un día, como yo mísmo lo hé experimentádo, y se podrá conocer por lo que ahóra diré.

Su mucha delicadéza permíte que la catalína levánte el volánte quanto puéde, y su elasticidad al querérse quedar en el grado del espirál que tiene, pása aquél púnto, é impéle el volánte hácia ótro ládo la mísma cantidad. Ésta és la cáusa del isoscronísmo de dicho volánte. De módo que cruzará mas ó ménos, segun su fuerza (supuesto el escápe bien hécho) y la del muélle real. Á lo que se débe tambien añadir el mas ó ménos péso del volánte, y su mayor ó menor circunferéncia; porque conservándo en un relox el mísmo muélle y espirál, si se quíta el volánte, y se póne ótro mayor atrasará, y si mas pequéño adelantará. Por cúyo motívo encargaré de páso, que siéndo un volánte úna pieza de tanta importáncia, y de fácil execucion, que jamás hága ningúno el desatíno de cargárlo de estáño para que el relox atráse, pues és la mayor pruéba de ignoráncia que un reloxero puede dár siempre que el dueño lo págue.

Yá dixe en el capítulo III. el módo de hacer andar el relox sin espirál, para podérle poner despues el que convenga; pero ahóra añado que si un volánte és demasiádo

pesado y el espirál muy pequéño y débil, aunque el relox esté arreglado, núnca andará con precision ni arreglado, porque el péso del volánte le hará perder el isoscronísmo ó igualdad en las vibraciónes. Ménos mal sucederá si el volánte és demasiádo ligéro y el espirál fuérte, que entónces las vibraciónes aproxîmarán mucho á la igualdad, así lo asegúra *Berthoud* (1).

Debe tener el espirál las mas roscas ó vueltas que ser pueda. Yo por lo tocánte á los muélles reales, campánas para repeticiones de bolsíllo y espiráles, prefiero los que se hácen en Inglatérra á todos los demás. Algúnos reloxeros curiósos, y sóbre todo en Fráncia, señálan unos puntítos en la platína, que indícan la direccion que debe seguir el espirál, al tocar el regístro. Éstos se hácen désde los dos agujéros del rastríllo ántes de poner los dos clavítos que forman la horquílla, pues así se háce en los buenos reloxes Francéses: en lugar que en los Ingléses ésta se ábre con una líma de igualar, lo que no és tan bueno ni tan curióso, porque dichos dos clavítos fórman dos colúmnas redondas, éntre las que el espirál si flota, és muy poco; en lugar que abierta la horquílla á la inglésa, presénta dos fachadas planas muy inútiles.

Si un relox adelánta, y no se hálla tan facilmente espirál que proporcionadamente séa mas débil, cómo á veces en algúnos países sucéde, háy arbítrio de adelgazárlo. Si un relox atrasa mucho, se le córta del céntro del espirál el largo de tres ó quatro líneas, segun su magnitud, se vuelve á enroscar, y se conseguirá el fin.

(1) Tomo 2º pag. 154.

Sin adelgazárlo y sin cortárlo, se puede tambien conseguir (en ocasiones) el que un relox atráse ó adelánte, segun el módo que esté enroscado. Porque si lo está de forma que las espíras estén muy separádas, y que el espirál ocúpe mucho espácio, el relox atrasará; y si las espíras están muy cerradas adelantará.

Háy casualidádes en que és precíso hacer úna y ótra operacion, pero entónces se cuidará que la última vuelta ó espíra quéde áncha, quiero decir, que dicho espirál no se violénte al entrar en la horquílla del rastrílllo, ésto és, que no séa necesário abrir ó cerrar la espíra exterior; porque ésta és una falta considerable, que algunos buenos reloxes ingléses antiguos suelen tener, mayormente aquéllos en que el gallúzo tiene un cristal con una piedra enmédio, para que se véa el volánte (1).

No obstánte ser el espirál un muélle tan sutíl, és muy susceptible dél calor y el frío: y en ciertos tiempos del año hácen ocasionar unas diferencias al relox, que aunque suelen atribuirse al muélle y á la dilatacion ú condensacion de los metáles, como efectivamente así és, no déxa por éso de tener el espirál una gran parte en la alteracion.

(1) Este capítulo lo escribí únicamente para los reloxeros de las Ciudades, que muchas veces ó no tienen bastánte provision de espiráles, ó no se vénden (por lo regular) en sus pueblos.

CAPÍTULO XXV.

De las péndulas astronómicas.

Bien dícen que la casualidad ó la poca fortúna son cáusa de la indústria de los hombres; ésta que fué muchos años el principal enemigo que mas me há perseguido, fué tambien motívo de un descubrimiento que híce en la reloxería para inventar el siguiente relox astronómico: y fué de éste módo.

Tengo una péndula real, que no créo fuése bastánte perfecta para observaciones astronómicas; pero si lo és para arreglar los reloxes de compostúras, que és para lo que lo necesitába en aquél tiempo. Me sucedió, que por no poder costeár una cáxa nueva y decente, por lo atrasado que entónces me hallába, la púse en una vieja que compré: resultó que sin embárgo parecérme su cuerpo bastánte ánchо, no lo éra: porque puesto el relox en élla, al andar tocába y batía la lentéja de un lado y ótro de la cáxa; lo qual me hacía adelantar el relox mas de 10 minútos al día. Con un escoplo de carpintéro fuí cercenando de los dos lados de dicha cáxa, de módo que tocába muy poco, y tanto que yá no adelantába mas que úno; bien entendído que el batir la lentéja contra dicha cáxa, no lo hacía siempre, sinó cada diez ó doce segúndos, y al siguiente no batía, ni á los ótros ocho ó diez tampoco; y luego volvía á batir una vez, pero tan suavemente que solo con el siléncio de la noche lo podía oír. El córto sueño que hágo siempre contribuyó mucho á ésta observacion. Con que dexando á parte, el por qué batía á veces y á veces nó, que ahóra no és

del cáso : digo que dicha observacion fué cáusa del útil invénto que vóy á explicar.

Sabía que los astrónomos necesítan una péndula, que no solo ánde bien, sí tambien saber los segúndos para el púnto de observacion. Para ésto hé visto tener que servirse de ótro sugéto, que supuesta la hóra v. g. las 9 y 45 minútos, vá despues contándo los segúndos recio, para que el observador lo óyga, y sépa el segúndo en que hízo la observacion. Ótros fuerzan el péso del relox aumentándole, para que las vibraciónes del escápe hágan mas ruido. Míran la hóra, minúto y segúndo en que ván á la observacion ; despues tienen la molestia de ir observando el ástro, y la de contar los segúndos al mismo tiempo con grandísimo trabájo, porque además de ésto apénas se óye y altéra el relox.

El lance arriba dicho del mio y su cáxa me hízo hacer el razonamiento siguiente : si la alteracion causáda en un relox para que el escápe hága ruido, ó por mejor decir ésta alteracion no impíde las observaciónes astronómicas, ménos lo hará, y ménos alterará el relox si su lentéja en lugar de batir contra una cosa dúra, como és la cáxa del relox, batiése contra una flexîble y que cediéra, pues la mísma fuerza que la lentéja lléva, procedida de su propio péso, y del impúlso de la vibracion, viniendo ésta á sacudir contra el lado fírme de la cáxa, la háce rechazar con mas prontiud, y és cáusa de su desarreglo; pero éste en ningun módo lo habría, ó no merecería la pena, si la lentéja batiése contra ótra fuerza infinitamente menor que la suya.

Ahóra, pues, si se pusiésen dos campanítas de un sonído sutíl, al módo de las de repeticion de bolsíllo, suspen-

dídas de dos muélles muy suáves, y puestos éstos como lo demuéstra la figúra 55, lámina 9.ª, no desarreglarían el relox, y el observador podía contar los segúndos con muchísima facilidad. Lám. 9ª Fig. 55.

Dichos muélles por el un extrémo están sujétos cáda úno á una chapa de latón ó hierro larga y gruésa, de la qual la parte mas estrécha éntra en una ventána de su gruéso, hécha en la tabla, y la ótra parte sóbresale por déntro de la cáxa. Mediante ésto, y una contrachapa con un tornillo, cúya cabeza saldrá por la parte exterior de la cáxa, y que siendo la ventána mas larga que el latón, se sube hácia arriba éste con su campána, se aprieta el tornillo, y la lentéja no tóca.

Quando se quieran hacer las observaciones, no háy mas que afloxar el tornillo, y baxárlo con chapa, campána y todo, volverle á apretar, y tocará la lentéja. Lo mísmo se ajustará la ótra campána, y de éste módo á cáda segúndo se oirá una campanáda. Si los muélles fuésen álgo fuertes suavizárlos del láda de la campána; y en cáso necesário dexar dichas campánas un poco floxas en éllos, para que se menéen hácia un láda, al recibir el golpe.

Por lo tocánte al relox yá se sabe que há de ser una péndula real de hóras, minútos y segúndos sin campána, y solo de muéstra; y así se escogerá el calíbre con número de ruédas que se quiéra de las péndulas reales citadas en éste libro para su construccion. Y de nó en qualquier ótra péndula real se puede poner ésta invencion.

Pero ésto no básta, pues para mayor perfeccion se hán de poner dos púntas de acéro *a b* á la lentéja, como se vé en dicha figúra 55, y éstas son las que báten contra dichas

campánas, pues aunque éstas ésten subídas, no hácen las púntas el menor impedimento en la lentéja.

CAPÍTULO XXVI.

De las péndulas de equacion.

Al páso que las péndulas reales de ocho dias de cuérda sin campána, tienen un gran mérito por su mucha seguridad, tambien en éstas no és menor el de poder observar en éllas la diferéncia que el sol háce atrasando ó adelantando en el cúrso del año, y el de tener en un mísmo relox úno y ótro; ésto és, el tiempo verdadero y el tiempo médio. Verdad és que éstos requiéren estár perféctamente héchos; en lugar que los ótros, con que estén bien héchos, sin el *perféctamente* pueden andar muy bien.

Mucho trabajáron los primeros maestros grandes que húbo désde mediados del síglo pasado en hacer de ésta cláse de reloxes. El primero que púso una ruéda con 365 diéntes, á los que un clavíto puesto en la ruéda de los dias del mes ó en ótra semejante, que diése una vuélta en un dia, la hiciése mudar un diénte todos los dias, le pareció haber halládo tódo el secréto: y no contába con que el año solar tiene cérca de seis hóras más de los 365 días. Pero el Reverendísimo Padre Alexandro en su *Tratado de reloxes* [1] nos há sacado de todas éstas dificultades, dándonos un cálculo de ruédas, en las quales la última se acérca tanto al movimiento verdadéro del sol, que la di-

(1) *Traité general des Horloges* par le R. P. Alexandre.

ferencia de éste al del relox, al cábo de un año és un segúndo poco más; y dos minútos, y dos segúndos poco más en 100 años, que no vále la péna. Por cúyo motívo mereció el apláuso general de las Academías extrangeras, y aún en el dia su nombre és y será respetable.

Mediante éste cálculo, se les ponen á éstos reloxes dos minutéros; el úno que lléva un pequéño sol á su extrémo, que señala la hóra que és por éste planéta, y el ótro la diferéncia que háy éntre el tiémpo verdadero y el tiémpo médio.

Ótros de éstos reloxes inventádos por *Thiout*, señálan á qué hóra y minútos sále el sol, y se póne todos los dias.

Ótros como los de *Mudgé*, *Ellicótt* &c. señálan los doce meses del año, los sígnos, grados del sol, equinóccios y ótras curiosidádes.

Ótros además de ésto hácen señalar á ésta cláse de reloxes los años biséstos, días del mes y de la luna con sus fáses, que para mayor primor la pónen en figúra de glóbo; tales son los de *Ellicótt*. Verdad és, que á semejantes reloxes no se les póne regularmente campána, y música ménos; pues se supóne, lo úno que el que tiene úna de éstas alhajas, no le faltará algun ótro relox que la ténga; y lo ótro porque no dexaría de sérle perjudicial. Yo hé estrañado siempre que habiendo como háy en todas las Cortes personas de buen gústo, y que pueden gastar, que no hágan mas reloxes de equacion.

Ótro háy de *Berthoud* en el Palacio Real en el quarto del Rey nuestro Señor, que además de éstas curiosidádes (ménos la de la luna, que la tiéne al módo de *Thiout*) tiéne una suspension muy buena, y en la cáxa háy un barométro con dos agújas ó minutéros.

Parecióme que si se uniésen tántas perfecciones de un módo que yó tenía en mi idéa, sería unir lo útil á lo agradáble: llevádo de éste pensamiento, inventé el relox siguiente.

Lám. 10. Fig. 56. En la lámina 10, figúra 56, se vé la muéstra de éste relox, grabáda la mitad mas pequéña que su tamáño. Su cáxa és como las de las demás péndulas reales, con el adórno que se quiera. Además de señalar las hóras, minútos y segúndos désde el céntro, lléva mas abáxo ótro minutéro, que señála la diferéncia que háce el sol atrasando ó adelantando, y por consiguiente dicho minutéro señála la diferéncia que háy éntre el tiémpo médio y el verdadero. Todas las piézas de éste relox están tambien dibuxadas mas pequéñas que su tamáño.

En el céntro de la esféra se vé el mar, y de él sále el sol todos los días á la hóra, minútos y segúndos que el verdadero, y se póne lo mísmo. De noche sále la luna, demostrándo en qué quarto está, si menguante, creciente &c.

Debáxo del número 6 háy un minutéro que señála en una porcion de círculo los días del mes, éste, y el sígno que le corresponde.

Á el ládo de los 35 minútos háy un agujéro B que sírve para en cáso que el relox háya estado algun tiémpo sin andar, poder poner désde él (medíante un quadrádo que háy déntro, y una lláve pequéña de dár cuérda) el día del mes en que se está encíma de dicho minutéro. Y entónces la equacion se hallará puesta de por sí en el grádo que le corresponde.

Las dos líneas A C y E D no estarán en la muéstra: yó las hé puesto aquí para la inteligéncia del lector si aca-

so quiere hacer un relox semejante. El asunto és, que la parte de mar que contiénen éstas dos líneas, és una pláca *s*, figúra 57, lámina 11, á quien la cúrva G, figúra 58, lámina 12, háce subir y baxar, segun que el sol verdadero súbe ó báxa todo el año, mediante lo qual el sol que está pintado en la ruéda H, lámina 12, sále á la hóra que le corresponde, y se pone lo mísmo. Lám. 11. Fig. 57. Lám. 12. Fig. 58.

Éste relox lo inventé el año de 1764. El Señor Don Agustin Pablo de Ordeñana deseó muchísimo, que al instánte se lo fabricáse, pero la muerte que á poquísimo tiémpo sobrevíno á éste estimáble Señor estorvó la execucion por entónces.

La figúra 58, lámina 12, és el calíbre.

La figúra 59, lámina 13, és el relox vísto de perfíl: *a a* son las dos platínas: *b* la imperial de 96 diéntes que engargánta en el piñón de 16 de la ruéda *c* de 84: ésta en el piñón de 7 de la ruéda *d* de 70; y ésta en el piñón de 7 del roquéte *e* de 30: *f* és la áncora. Lám. 13. Fig. 59.

La vára del roquéte sále fuéra de la muéstra, y lléva la agúja de segúndos.

La ruéda *c* engargánta tambien en ótra *g* de 42 diéntes; ésta sále fuéra de la platína, y lléva con flotaménto causado por un muélle que está detrás la ruéda *h* que engargánta en ótra claváda en el cañón de minútos: ámbas dán una vuélta en una hóra, y tiene cáda una 30 diéntes. Dicha ruéda *h* lléva un piñón de 6 (que no se há puesto por no confundir el dibúxo, cúyos diéntes son al módo de los del cañón de minútos de las repeticiones de *Ellicótt*, ésto és, que en lugar de diéntes formales, son 6 clavítos ó colúmnas), y engargánta en la ruéda de mano *i* de 72 diéntes.

En la platína háy un puente con un cañón largo, déntro del qual pása libremente la varíta de los segúndos, y encíma de él vá el cañón de minútos, como se vé en la figúra 59.

Encíma del cañón de minútos háy un puente que lléva la ruéda de mano; y encíma de ésta háy ótro que lléva la ruéda del sol y la luna H.

La imperial *b* lléva en su exe por fuéra de la platína el piñón *m* de 7 diéntes y la ruéda *n*: ésta és la mitad mas pequéña que la del sol H, con mitad ménos de diéntes, y á ámbas se las puede poner el número de éstos que se quiera: el piñón *m* engargánta en la ruéda *o* de 50 diéntes; y el de ésta que tambien és de 7 engargánta en la ruéda *p* de 69; y el piñón de 8 de ésta en la ruéda *q* de 83.

En la vára de ésta ruéda *q* vá la cúrva G, y la ruéda *r*; en ésta és donde están grabados los dias de mes, grados del sol, sígnos &c. La cúrva háce levantar la pláca *s* que és donde está pintada la parte de mar que se vé éntre las dos líneas A C y E D, lámina 10, figúra 56. Ésta pláca descánsa sóbre la garrúcha *t*, para que el flotaménto de la cúrva con élla séa suavísimo. Dichas cúrva G y ruéda *r* ván clavadas úna á ótra, y en flotaménto sóbre su vára, con su muélle por detrás como la ruéda *h*, y la ruéda *r* engargánta en un piñón (que aquí no está dibúxado), cúyo pivóte por delánte está limado en quadrado como el de un caracól de relox, y sále por el agujéro que para éste fin se hará en la muéstra, júnto al número 35: éste és el agujéro B de la figúra 56.

De éste módo hágo andar toda la equacion désde la imperial, sin alterar el movimiénto de las ruédas *c d c* en nada.

En la figúra 58, lámina 12, *p*, L, O és un rastrillo que su cóla *p* lléva una garrúcha *x* que apóya cóntra la cúrva, y el ótro extrémo L tiene diéntes, lámina 12, que engargántan en la ruéda F, que lléva la agúja que señala el tiémpo verdadero: ésta ruéda y rastrillo ván sóbre unas tíjas físas en la pláca ó chapa de la muéstra *f*, lámina 12, és el muélle de éste rastrillo. Lám. 12. Fig. 58.

La figúra 57, lámina 11, és la pláca *s* con su garrúcha *t* que súbe y báxa lo largo de los bastidóres W W. Lám. 11. F. 57. y 60.

La figúra 60 de la mísma lámina 11 és la ruéda H, donde está pintado el sol E, vísta por detrás, la qual lléva diámetralmente opuesto al sol, un roquéte X con 59 diéntes, y su trinquéte, de los quales úno sálta todos los días para mudar la fáse de la luna. En la circunferéncia de éste roquéte están grabados los días lunáres, y se vén por la ventána *u* hécha en dicha ruéda del sol.

El gáncho *l* que se vé encíma del puente de la ruéda H, lámina 13, sírve para que al pasar júnto á él dicho roquéte X, le hága mudar un diénte cáda dia. Pues andando la ruéda H, al pasar júnto á dicho gáncho, se presénta el roquéte: éste quéda detenído hásta que la ruéda háya continuádo en andar álgo mas, entónces escápa el resálto del roquéte, quéda mudado el día de la luna, y la ruéda continúa su cúrso.

En la figúra 59, lámina 13, el número 2 és una potánza que se pondrá á la cáxa fixándola con tornillos, y ésta llevará la péndula para que no cárgue en el movimiento, pues de ésta fórma caminará con mas libertad, que si estuviése en la potánza del relox: 3 y 4 és el tenedor hécho de dos váras, el 3 és la grande, y la pequéña el 4: á Lám. 13. Fig. 59.

ésta se la háce ír mas acá ó mas allá, mediante el tornillo 5, con cúyo arbítrio se pone el relox perfectamente en su escápe.

Lám. 11. Fig. 60. Dicho roquéte X de la luna vísto por delánte tiéne dos lunas, como en algunos reloxes ingléses; y por éso tiéne 59 diéntes, que sirven para dos lunaciones, pues cada úna és de 29 días y médio.

Lám. 13. Fig. 59. Si se quiere que señále éste relox los años biséstos, és muy fácil, poniendo en la ruéda *r*, lámina 13, el clavíto *x* y una estrélla *x y*, figúra 59 con quatro diéntes, que estará sostenída en una varíta puesta en la pláca de la muéstra. Dicha ruéda hará cáda año pasar un diénte; y en la estrélla se graba primer año, segúndo año, tercer año, y año biséstо, lo qual se puede léer por una ventána practicada en la muéstra del relox, como se vé en la figúra 56, lámina 10. Tambien se pueden poner dos clavítos, si se quiere, á dicha ruéda, y 8 diéntes á la estrélla que será mejor.

El barométro se póne en la puerta de la cáxa con su muéstra y cristal por delante, que se verá por ótra ventána practicada en dicha puerta para observar sus variaciónes: la agúja que señala sus grádos, lléva una garrúcha por detrás con dos pivótes, en el úno éntra dicha agúja, y el ótro vá en un puente. Sóbre la garrúcha vá una séda con

Lám. 11. Fig. 61. dos pésas, figúra 61, lámina 11: la úna éntra en el cañúto del barométro, y descánsa sóbre el mercúrio: la ótra sírve de contrapéso. Si súbe el barométro, cláro está que tambien lo hará la pésa que sostiéne (la que por lo regular és de marfíl), baxará el contrapéso, volverá la garrúcha aquélla cantidad, y tambien la agúja: si báxa el mer-

cúrio, sucederá lo mísmo haciendo su efécto al contrário.

Al tenor de ésta péndula de equacion son todas las demás; poco más ó ménos curiósas y circunstanciádas, segun la habilidad de los artífices que las construyen, y la exâctitud que hán observado para hacer señalar al relox la diferéncia del tiémpo verdadéro al tiémpo médio.

Ahóra prevéngo al lector que no básta que tengámos dicho cálculo para hacer éstos reloxes: yá díxe que la última ruéda lléva la cúrva, ó elípse de que acabámos de tratar: ésta és sumamente difícil de hacer; por cúyo motívo tambien daré su explicacion, porque ignorando éste púnto, en vano será empréndér semejantes reloxes.

Para trazar dicha cúrva, se empezará primero á tomar el tamáño de su mayor largúra, lo mas largo que séa posible: se trazará un círculo désde el céntro, y de éste tamáño se hará una ruéda de latón para hacer la cúrva.

Se trazará un círculo en la parte de adéntro en dicha ruéda, que será lo mas estrécho que se quiera hacer la cúrva: ésto lo determinará el rastrillo, pues se hará primero.

Désde dicho círculo hásta el contórno de la ruéda, se dividirá (habiendo primero tirado una línea désde el céntro hásta su orílla) en tantos quantos minútos adelanta ó atrasa el sol en todo el año v. g. en 32 grádos ó partes; aunque mejor será hacer un petipié.

Despues sóbre ésta línea que se dedicará para el primero de Enéro, se mirará en la tabla siguiente, y se verá que el sol atrása en dicho día 4 minútos y 7 segúndos: poniendo dicha cóla *p* á ésta distáncia de la circunferéncia, se meterá un púnto bien hécho y de acéro templado, por el agujéro 2 de dicha cóla, y dando un golpecíto quedará seña- Lám. 12. Fig. 58.

lado éste parage. Despues se volverá dicha ruéda ó cúrva 5 días, y observando en la tabla la equacion, se verá que el sol está atrasado 5 minútos y 57 segúndos, á cúya distáncia se señalará ótro gólpe de púnto con el martíllo. Y así se continuará en señalar de cínco en cínco días.

Luego que se háya señalado así toda la cúrva, se taladrarán todos éstos agujéros con un taládro, cúyo tamáño séa entrando jústo en el agujéro de la cóla *p*, cáso que no se quiera poner dicha poléa *x*, pues és cási inútil, como la experiéncia me lo há enseñado, sinó un clavíto ó tíja; pero cuidado con no limar mas que lo que señálen dichos agujéros, porque se desigualará la cúrva.

Finalmente se pondrá su tíja ó clavíto bien pulído (cúya cabeza será en tornillo) en el dicho agujéro de la cóla *p*; y éste és un secréto, para hacer la cúrva, que muchos reloxeros buenos extrangéros hán ignorado, y aún ótros en el día no lo sáben; hásta pócos años háce que *Berthoud* lo há descubierto tambien.

Tablas de la equacion del sol.

Enero. *Relox adelantado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1	4	7
5	5	57
10	8	6
15	10	5
20	11	40
25	12	58
31	14	5
Diferencia.	14	5

Febrero. *Relox adelantado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1	14	13
5	14	37
10	14	49
15	14	42
20	14	14
25	13	34
28	13	2
Diferencia.	13	2

Marzo. *Relox adelantado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1	12	50
5	11	57
10	10	42
15	9	17
20	7	47
25	6	15
31	4	22
Diferencia.	4	22

Abril. *Relox adelantado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1	4	3
5	2	49
10	1	22
15*	0	1
20	1	12
25	2	14
30	3	4
Diferencia.	3	4

Mayo. *Relox atrasado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1	3	12
5	3	42
10	4	3
15	4	13
20	4	6
25	3	47
31	3	7
Diferencia.	3	7

Junio. *Relox atrasado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1	2	58
5	2	21
10	1	28
15	0	28
20*	0	36
25	1	40
30	2	14
Diferencia.	2	14

Julio. *Relox adelantado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1.....	2.....	53
5.....	3.....	38
10.....	4.....	27
15.....	5.....	5
20.....	5.....	32
25.....	5.....	45
31.....	5.....	40
Diferencia.	5.....	40

Agosto. *Relox adelantado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1.....	5.....	38
5.....	5.....	22
10.....	4.....	48
15.....	4.....	0
20.....	2.....	58
25.....	1.....	46
31.....	0.....	3
Diferencia.	0.....	3

Setiembre. *Relox adelantado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1.....	0.....	14
5.....	1.....	29
10.....	3.....	8
15.....	4.....	50
20.....	6.....	33
25.....	8.....	14
30.....	9.....	52
Diferencia.	9.....	52

Octubre. *Relox atrasado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1.....	10.....	11
5.....	11.....	24
10.....	12.....	45
15.....	13.....	56
20.....	14.....	51
25.....	15.....	32
31.....	15.....	57
Diferencia.	15.....	57

Noviembre. *Relox atrasado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1.....	15.....	59
5.....	15.....	57
10.....	15.....	37
15.....	14.....	55
20.....	13.....	52
25.....	12.....	28
30.....	10.....	47
Diferencia.	10.....	47

Diciembre. *Relox atrasado.*

Dias.	Minútos.	Segúndos.
1.....	10.....	25
5.....	8.....	49
10.....	6.....	38
15.....	4.....	16
20.....	1.....	47
25*.....	0.....	42
31.....	3.....	38
Diferencia.	3.....	38

Éstas táblas de la equacion del sol están héchas y arregladas al meridiano de Madrid, por el célebre Don Tomás Hathon, reloxero de Cámara del Señor Rey Don Felipe V, de gloriósa memoria, cúya explicacion pondré tambien para que mi lector sépa arreglar los reloxes con éllas.

Explicacion de dichas tablas, y módo de arreglar los reloxes con éllas.

La inteligéncia de éstas táblas de la diferéncia diária, que háy éntre el movimiénto igual del relox de ruédas y el movimiénto aparénte del sol és clára; pues están puestos los doce meses del año, cáda úno en su quadro con tres colúmnas de números. En la primera están los días: en la segúnda los minútos; y en la tercera los segúndos: asímismo en el princípio de cáda mes se especifica quando está el relox adelantado ó atrasado, y de cínco en cínco días se observará la diferéncia que hubiere respecto del sol; y en la última division del quadro de cáda mes están los minútos y segúndos, que resúltan de diferéncia al fin de él: sirva éste exemplo.

El dia primero de Enéro está el relox adelantado del sol quatro minútos y siéte segúndos: guárdo las reglas, y observaré que en el día cínco le hállo adelantado cínco minútos, y cíncuenta y siéte segúndos; y en su último dia treinta y uno, catorce minútos y cínco segúndos, como demuéstra la tábla, observándose lo mísmo en los demás meses. Prevéngo que correspondiéndo la diferéncia del relox adelantando ó atrasando, confórme señálan las táblas, en tal cáso se igualará por el minutéro sin tocárle al regís-

tro, pero sí en lo que excediere demasiado así en lo úno como en lo ótro. Se entiénde que para vér lo dicho, há de ser por la meridiana ó quadrante.

Tambien denótan las táblas los días en que princípia á adelantárse ó atrasárse el relox con ésta señal *, pues donde no háy diferéncia de minútos, está puesto el céro en frente ; pero siempre la háy de segúndos , confórme se obsérva en las táblas.

Si el relox señaláse el tiémpo aparénte, y estuviése igual el minutéro que sigue el cúrso del sol, con los minútos y segúndos que muéstran los días de los meses, no se le llegará á ménos que no háya alguna alteracion, y ésta se corregirá conforme lo píde el dia del mes.

CAPÍTULO XXVII.

Del módo de hacer un relox de torre de los de nueva invencion, ésto és, horizontal.

Lám. 14. Fig. 62. La figúra 62, lámina 14, és un relox de torre de la nueva invencion al módo de los que están en San Felipe el Real y San Plácido de ésta Corte: pues tiene la jáula y ruédas horizontales de éste módo: 1, 2, 3, 4, 5, 6, és la jáula de hiérro, la qual está sostenida sóbre ótro quadrado de madéra con sus quatro piés, y que será álgo mas báxo que el largo de la lentéja con su vára.

Para mayor curiosidad se harán las ruédas de latón: *a* és la imperial, que engargánta en el piñón *b* de la ruéda *c*, y ésta en el piñón *d* de la ruéda de escápe *e*.

El pivóte de dicha ruéda *a* sále fuéra de la jáula, y llé-

va ótra ruéda de diéntes; pero que tiéne unos clávos ó tíjas para levantar el disparador *z z z z*. El número de clávos de ésta ruéda depende del número de diéntes que ténga la imperial, y el número de ésta és á voluntad del que hága el relox. Unos hácen que dé una vuélta en una hóra, ótros en dos, y ótros en doce, si se fabríca en chícc: lo mísmo prevéngo para el rodáge de la sonería de las hóras, pues tambien puede tocar la média.

En dicha sonería *y* és la imperial: *j* el piñón de la ruéda K, ésta engargánta en el piñón *l* del venteról *m*, el que en lugar de un roquéte y su trinquéte, lléva dos muélles que afírman por flotaménto fuerte sóbre un rodíllo de latón fíxo en el pivóte de dicho piñón. Ésta móda és tambien muy curiosa, y mejor que la acostumbrada cencerrada del roquéte y trinquéte; mayormente si éste relox se háce en chíco para una casa de campo. Dicho venteról no lléva mas que dos álas, con el dibúxo que demuéstra la letra *m*.

Para dár la hóra un clavíto de la ruéda *h* levanta el disparador *z z z z*, y éste en *z r* háce levantar el ótro disparador *r r r p*, que lléva un brázo *s*, y que éntra en la rodája *t* claváda en el piñón *j*, y el ótro *p* en la contadéra *q*. Dicha rodája *t* y brázo *s* sírven para que luego que el relox háya hécho la seña, se deténga el rodáge, hásta que el minutéro de la muéstra llégue á los 60 minútos, que entónces el clávo de la ruéda *h* abandona el disparador *z*, éste cáe, y tambien caería el disparador *r*, sinó fuéra la rodája *t*, que como há corrido un poco, no puede éntrar el brázo *t* en su mortája, y por consiguiente córre éste rodáge, y dá las hóras que cuenta la contadéra *q*. Una vuélta

de la ruéda *k* és una campanáda, ésto és, el intervál̀o que háy de úna campanáda á ótra. Si en dicha rodája *t* se hácen dos mortájas, proporcionando el número de diéntes, dará dos campanádas miéntras ésta dá una vuélta.

Dicha imperial *y* lléva tambien tíjas éntre élla y la rodája B, para levantar la cóla *i* del martíllo. El número de éstas depende tambien del número de diéntes que se pónga á la ruéda.

A A son los tambóres ó cilíndros donde se enroscan las cuérdas para las pesas.

W W son los quadrados de los piñónes para dár cuérda á úno y á ótro rodáge; y *f u* son dos ruédas que llévan sus trinquétes para éste fin.

n és el piñón que vá con agujéro quadrado en el pivóte dé la imperial *y*. Éste engargánta en la ruéda *o* fíxa con la contadéra *p*.

El escápe de éste relox yá déxo explicado en el capítulo de los escápes, lámina 8.ª, figúra 49.

Cáda ruéda se puede quitar de la jáula sin desarmar ésta, pues cáda pivóte está sostenído mitad éntre la vára de dicha jáula, y mitad éntre un puente sujéto con dos torníllos, como se manifiesta en dicha figúra 62, con que si v. g. se quiere quitar la ruéda *b* del movimiénto, levantando los dos puentes que sujétan sus dos pivótes, cláro és que saldrá la ruéda, y á éste tenor todas las demás: ésta invencion és excelente.

Lám. 14. Fig. 62.

Tiéne cuérda para 30 hóras lo ménos: ánda con póco péso, y si se quiere se puede poner en dóble poléa.

El tamáño de todo él és á voluntad. Si se háce pequéño, y se añade una ruéda mas, tendrá cuérda para 8 dias,

y puede servir para sala: si mediano para una casa grande, ó casa de campo; y si grande para torre.

Ésta cláse de reloxes horizontales és tan superior á los verticáles, que yá no meréce la pena de hablar de éllos. Éntre ótras propiedades tiéne éste la de que, aunque los agujéros se agránden á fuerza de tiémpo, y de andar el relox, siempre quédan buenos los engargántes, pues se agrándan parálela y perpendicularmente, ésto és, hácia abáxo todos, lo que no sucede en los verticáles; porque quanto mas se agrándan los agujéros de la imperial, ménos engargánta en el piñón de la ruéda segúnda: al tenor de éstos hácen lo mísmo los demás agujéros, y el relox ánda cáda vez peor.

Al módo de la sonería de hóras se pone ótra para los quartos al lado de ésta (que en tal caso quéda enmédio). Entónces sucede que luego que se levanta el disparador de quartos, háce tambien levantar el de las hóras quando corresponde, las que no pueden dár hásta que los quartos háyan acabado de sonar, que entónces se acába de levantar el de las hóras, y dán.

CAPÍTULO XXVIII.

De la diferéncia que háy de las obras inglésas á las francésas [1].

Esta consiste en unos princípios de que solo los Ingléses se aprovechan. Élla sóla puede servir de solucion al probléma que exîge la diferéncia que háy de la teórica á la práctica. Muchos se persuáden que sabída la priméra, vá la segunda como postíza, y en éste árte vémos que la segunda se aparta mucho de la priméra. Sírvame de prueba un volánte de un relox con sus palétas.

Segun la teórica és evidénte que siéndo éste grande, y los exes de las palétas muy fínos, bien cilíndricos y brillantes, sucederá que quanto mas fínos séan éstos, tanto ménos flotaménto habrá, y aún éste estará muy disminuído por la suavidad del puliménto de dichos éxes ó pivótes, que és lo que se preténde en los reloxes Francéses.

Vámos á la práctica, un mísmo volánte pero hécho á la inglésa mas pequéño, y los pivótes mas gruésos. El gallúzo con solo un tornillo, y que por la parte opuesta puede doblar; y con todo un relox Inglés generalmente hablando, ánda mejor y mas constantemente que un Francés ¿y por qué? respóndalo la mísma experiéncia.

(1) Aunque en ótras Naciones extrangeras se trabája tambien de reloxería, solo háblo con particularidad de las francésa é inglésa contemplándolas las maestras en el dia. Esto se ha dicho sin perjuicio de los curiósos autómatos, y primorosos reloxes de música de los Cantónes Suízos.

Yo no niego que me gústa mucho vér en un relox todas las fachádas de los piñónes bien brillantes y plánas, sus varítas bien pulídas, y á correspondéncia todo el relox. Lo que por lo regular no sucede en los reloxes ingléses; pero tambien véo generalmente en éstos unas ruédas mas proporcionadas: unos engargántes mas exâctos: una ruéda catalína mayor (que no és pequéño asúnto, y mas que séa contra toda la teórica, y contra todas las reglas). Un escápe mas fuerte, una jáula mas álta, un caracól y muélle de cúbo mas grandes, que por consiguiente tienen mas fuerza, y no permiten que el relox se páre al dédo, como sucede en muchos reloxes Francéses; y ésto lo digo sin hablar de éstos disparatados reloxes chátos, que en el dia vienen guarnecidos de pedrería: pues éstos son únicamente reloxes para engañar á las señoras mugeres, quienes poco instruídas en éste árte, és natural se dexen llevar mas de la hermosura exterior que de la esencial. Luego dicha experiéncia manifiesta el por qué un relox Inglés ánda mejor que un Francés.

Por los años de 40, 50 y 60 se hacían unos reloxes Francéses y Ginebrínos (háblo de aquéllos buenos), que seguramente podían disputar el prémio con qualquier relox Inglés; pero ¿en qué consistía? en que la jáula éra álta, caracól, muélle real y catalína eran grandes, y que siendo generalmente todo mas grande, estában los engargántes executados con mas perfeccion.

No niego que los Francéses conócen y saben executar los engargántes y demás partes esenciales de un relox con todo primor; pero véo que prefieren á éste conocimiento el gústo de hacer una móda de la reloxería.

Yá repetiré en ótra parte que soy Español y Vizcaíno; y aquí digo que no intervéngo cosa alguna con los Ingléses, pero confieso que en púnto á la reloxería sóy amante de quien la dá mayor seguridad: y para que se verifíque no ser mi inténto satirizar á nadie; digo que si *Berthoud* ú ótro tan hábil como él en París, fabricásen un relox con las circunstáncias que despues explicaré, sería mejor que ningun relox Inglés; pero cierta animosidad que háy éntre los reloxeros Ingleses y Franceses; és cáusa que ni únos ni ótros quieren dár en el púnto crítico de un relox, como ahóra expondré.

Déxo aparte toda ésta caterva de escápes nuevos, que cada dia se invéntan, los que en mi concépto solo sírven para manifestar el ingenio de sus autores, pero no para perfeccionar la reloxería.

CAPÍTULO XXIX.

Módo de hacer un relox de bolsíllo y de sala mejor que en Fráncia ni en Inglatérra. Y éste capítulo pudiera ser muy del cáso, si llegáse el de establecer una fábrica de reloxería en España.

Qualquiera que léa el título de éste capítulo creerá ser una vanidad mia mal fundada; pero espéro me dén la razon en leyéndole.

És, pues, el cáso, que en las obras francésas é inglésas háy unas cosas muy buenas y ótras muy malas, pero están éstas dos Naciones tan opuestas (háblo en punto á la reloxería) que la úna conoce las ventájas de la ótra, y á és-

ta sucediéndola lo mísmo, ningúna quiere ceder por su parte, y en ésto consiste que ámbas déxan defectos esenciales en los reloxes, y mas en los de faltriquera. Siendo así que ámbas pudieran fabricárlos con una perfeccion, que nada dexásen que deseár, por lo que, y por si acaso en mi pátria dispusiése el Supremo Gobierno el establecimiento de una fábrica de reloxería, explicaré el cómo se puede hacer un relox mejor que en Fráncia ni en Inglatérra.

Supuesto que no tenémos motívo para seguir á una Nacion mas que á ótra, tomémos lo mejor de cada una, y saldrá el relox perfecto v. g. Tómese un calíbre de relox Inglés (háblo de bolsíllo), háganse todas las piézas (pero aquí está el secréto), déseles el témple á la Francésa, ésto és, acéro bien templado, ruédas bien forjádas, y además de ésto el puliménto de pivótes, agujéros y palétas á la francésa, y saldrá el relox perfécto.

Los reloxes Ingléses tienen por lo regular la falta de tener los piñónes demasiado blandos, y tambien las palétas. Yo hé enderezádo el pivóte inferior de un cilíndro Inglés, solo con las pincétas, y sin calor ni otra cosa de fuego, que estába torcido como un cayado; y á la verdad que si hubiera sido en un relox Francés, yá me hubiéra guardado de enderezárlo de tal módo. Éste és un defécto que me maravilla no le háyan remediado los Ingléses.

Los reloxes Francéses tienen las buenas propiedades que déxo explicadas en punto al témple y puliménto de las piézas; pero és inaguantable en muchos reloxes, de una altúra razonable, el córto diámetro que dán á las ruédas catalínas: és increíble los inconvenientes que tráen consí-

go. Una catalína muy pequéña és precíso ténga generalmente los mísmos 13 diéntes que si fuése grande; para remediar ésto, los hácen mas profundos y mas inclinádos, á fin de que el escápe se desembaráce y juégue con libertad; de lo qual se origína la precision de hacer las palétas sumamente fínas. En éste estado tan delicado le pónen un volánte bastánte grande, y qué sucéde, que con la violéncia del volánte en las vibraciónes, con la agitacion del sugeto que lléva el relox, y con ótros motívos semejantes, se sacude con tanta fuerza que háce cási doblar las palétas, ó á lo ménos impíde el volánte de osciliar con aquélla igualdad que se requiere. Y cuidado que el diámetro grande de un volánte en unas palétas fínas, no és el menor perjuício.

Para que mi lector pueda venir en conocimiento de la solidéz de mi proposicion, haré la explicacion siguiente.

Dice un autor incógnito, cúyo nombre és D. A. D. G. en un libríto impreso en Pamplona el año de 1761. „Que „tódo muélle ordinariamente equivále á un péso de 25 on„zas, ó de 14,400 granos, cúya fuerza se hálla reducida „á la de 7200 granos en el caracól: á la de 1800 en la ruéda de minútos: á la de 200 en la ruéda tercera: á la de „25 en la de cánto; y finalmente á la de 3 en la catalína. „De suerte que el volánte tiene por fuerza motríz una po„tencia de 3 granos, lo que evidéncia que el pólvo puede „ser suficiente impedimento para hacer parar qualquier re„lox de faltriquéra."

Y si además de ésto se pone un volánte demasiado grande, con tanta mayor facilidad parará el relox al dédo. El por qué, yo lo diré.

Años pasados túve la fragilidad de trabajar en el movimiento perpétuo. No sé si diga fragilidad, pues lo cierto és, que al construir mi máquina, al quitar paláncas, poner ótras, mudar piézas, y finalmente trabajando en élla: mi mísma máquina me enseñó á mí, pues fuí descubriendo muchísimas observaciones sóbre la paláncа, y la facilidad con que se encuentra el equilíbrio.

És increible, á no estár bien inteligénciado en la estática, con quanta facilidad se encuentra. En la segunda parte de éste líbro, capítulo VIII., de la maquinária, figúra 122, dóy geometricámente su explicacion, pero aquélla no sírve mas que para justificar la teórica, y ésto en cosas ménos delicadas que un volánte de un relox; pero en llegando á éste, la mísma máquina del movimiento perpétuo me enseñó que puésto de un lado el péso de 6 granos, y del ótro 4 hácen equilíbrio; y ¿por qué? por los flotaméntos mayores en únas piézas que en ótras; por la porquería ó pólvo introducído en los agujéros; porque unas piézas puestas de un módo hácen mas romana que puestas de ótro &c. Con que báxo el supuesto, de que un volánte no siempre está limado perfectamente en equilíbrio, pues háy veces, que puesto en el ocho de cifra, y soplándole se pára, v. g. de módo que siempre la paléta grande quéda hácia arriba, y por mas que se le hága dár vueltas, nunca quéda hácia abáxo, ésto prueba que no está limado en equilíbrio; y que tiene mas péso de un ládo que de ótro; y así créame el estudioso lector que éste defécto acompañado de los antecedentes, no contribúye póco á que el relox se páre al dédo; lo que no sucede con tanta facilidad en un relox inglés.

Éste género de equilíbrio és el que se hálla en un relox quando se pára al dédo, porque no teniendo la catalína mas poténcia que la de 3 grados, y siendo la resisténcia del volánte cási ótros dos, precisamente se há de hallar el equilíbrio, por poco que se aplíque el dédo á la ruéda de cánto, ó alguna cósa al volánte. Y si en el ínterin ánda tal qual, consíste en la agitacion que ocasióna la elascidad del espirál; en la facilidad que tiene el volánte y catalína en meneárse, ocasionada por la suavidad de los pivótes, y la tal qual poca fuerza con que contribúye el muélla real.

Me hé extendido en ésta narracion, pues senté por básа al princípio de éste capítulo que lo escribía, para en cáso que llegáse el de establecer una fábrica de reloxería en mi pátria. No dúdo habrá algun desocupado reloxero en países extrangeros que tal vez me satiríce. Pero esté en el seguro que no responderé, pues yo no escríbo éste libro para remediar la reloxería en éllos, y sí para establecerla con perfeccion en el mío.

Al tenor de ésta cláse de reloxes se pueden hacer todos los demás; séan de sala ó de ótro qualquier género, ésto és, haciendo el calíbre á la inglésa, y dándo á las piézas el témple á la francésa. Ótras muchas observaciones me quédan, puede que en ótro tómo me explíque con mas extension.

CAPÍTULO XXX.

Secréto para saber qual és el mejor latón para hacer los reloxes marínos: en qué consiste que algunas palétas de reloxes se cortan y ótras nó.

Este secréto me lo enseñó el Señor Bowls, minero inglés, á quien el Señor Rey Don Fernando el VI. hízo venir exprofeso á España con buen sueldo.

Consíste, pues, en saber que el mejor latón para trabajar en los reloxes, y mas en los marínos, és el mas viejo, ó el que mas háya pasado la lumbre, v. g. el latón de cázos gordos és el mejor para las ruédas de cilíndro.

El latón de nuestras papeleras antíguas de 100 ú 200 años és el mejor, el por qué, és porque al cábo de tanto tiempo se há disipado la mayor parte de la calamína que contíene el latón, pues éste se háce con dos partes de cóbre, y una de calamína. Ésta és la que róe el acéro en las palétas; y ésta és la que háce dilatar mas el latón. Luego si se tomáse latón, cúya calamína esté totalmente evaporáda, no se dilatará tanto en los reloxes marínos.

Créame mi lector, que és éste un secréto de mucha importáncia. El por qué muchas palétas no se róen, aunque el relox háya andado muchos años, consíste en que el latón que tomáron para hacer la catalína, éra sumamente dúlce.

Para saber si un pedazo de latón redondo és bueno ó nó, se opéra de éste módo. Se líma una fachada de qualquiera de los dos cábos bien suave, plána y límpia, sin que quéde alguna señal de gráno, ni rebarba alrededor. Des-

pues con un martíllo álgo fuertecíto se vá forjando en redondo póco á póco, con golpes mas suaves que medianos. Si quando el latón está bastánte forjado, no há descubierto en dicha fachada alguna raja, és prueba que el latón és bueno; y si descúbre alguna, nada vále. Lo mismo se háce con el acéro para conocer su bondad.

Yá déxo expresados una suficiente cantidad de reloxes de todas clases, para que el lector pueda exercitar su aplicacion. Solo me résta suplicárle me disimúle.

Y encárgo sóbre todo á aquéllos buenos patrícios, que el que esté en estádo de continúar ésta obra, lo hága por dos motívos: el primero que no és menester mucho para saber mas que yo; y el segundo para que nuestros compatriótas y paisános puédan adelantar, y perfeccionarse en éste árte como hán hécho en ótros.

PARTE SEGUNDA

DEL TRATADO GENERAL Y MATEMÁTICO

DE RELOXERÍA.

CAPÍTULO I.

De la Aritmética (1).

Hé explicado hásta aquí el módo de hacer los relóxes. Y seguramente el que sépa hacer todos los que hé demostrado, y bien héchos, yá será hombre de habilidad. Pero no me conténto con ésto. Ténga presénte el lector que en todos los asúntos háy un refran que dice: *únos hácen lo que sáben, y ótros sáben lo que hácen.* Supóngo, pues, se háyan executádo algunos ó muchos de los contenídos en éste líbro, no básta, que tambien és menester dár razon del por qué de cáda cosa. Con cúyo fin, y el de que el lector pueda adelantar de por sí ótros distíntos;

(1) Si acáso el lector halláse equivocacion en algunos nombres ó términos de los eleméntos que compónen ésta segunda parte, suplíco disimúle mediante á que no los hé apréndido en España.

yá séa inventándo, yá fabricando óbras nuevas, me há parecido muy del caso instruírle en los princípios de las Matemáticas. Y desengáñese que sin éllas será, *de los que hacen lo que sáben*, y se hallará atascado muchas veces.

No és mi intencion dár aquí un tratado de cáda úna de las partes que vóy á mencionar. Lo úno porque la brevedad de éste líbro no lo permíte, y lo ótro porque extra de mi corta explicacion, ótros autores lo hán hécho con mas acierto, y un talénto superior al mío, en donde podrá el aplicado perfeccionarse. Pero sin embargo por aquéllas nociones que pondré, vendrá en conocimiento de quanta precision son necesárias para poseér el dificilísimo árte de la reloxería, y lo mucho que contribúyen á facilitar su inteligéncia.

Empezaré por la Aritmética, como raíz donde tiene su princípio la Matemática: y diré éntre paréntesis que algunos autores atribúyen á los Arábes ésta Aritmética (pues háy ótras) que és la Aritmética-madre, y la verdadera ciencia de las cuentas.

Los Musulmánes se la dán á Enóch, á quien llaman *Edris*. Pero *Saverién* en su *Dictionáire vniversèl de Mathemátique & de Phisíque*, y ótros aseguran que viene de los Arábes: que éstos nos la enseñáron á los Españóles, y que nosotros la comunicámos á toda Europa, por médio del Sumo Pontífice Silvéstre II, quien ántes de sérlo, se llamába el M. R. P. M. Gerbérto.

Antes de pasar á explicar regla alguna pondré aquí úna tabla muy útil, que conviene que mi lector sépa de memória para hacer el calíbre, y hallar la cuenta de qualquier

relox: pues las nuestras no pásan de 6 veces 10, 7 veces 10, 8 veces 10, 9 veces 10, y 10 veces 10.

2	veces.....	10	son..... 20	7	.....	10	 70
2	.....	11	 22	7	.....	11	 77
2	.....	12	 24	7	.....	12	 84
3	.....	10	 30	8	.....	10	 80
3	.....	11	 33	8	.....	11	 88
3	.....	12	 36	8	.....	12	 96
4	.....	10	 40	9	.....	10	 90
4	.....	11	 44	9	.....	11	 99
4	.....	12	 48	9	.....	12	 108
5	.....	10	 50	10	.....	10	 100
5	.....	11	 55	10	.....	11	 110
5	.....	12	 60	10	.....	12	 120
6	.....	10	 60	11	.....	11	 121
6	.....	11	 66	11	.....	12	 132
6	.....	12	 72	12	.....	12	 144

En ésta tabla se hállan muchas revoluciones de ruédas y piñónes, v. g. una ruéda de caracól de 60 diéntes engargánta en un piñón de 12, y quiero saber de prónto, quantas vueltas dá el piñón ínterin que la ruéda dá úna: digo 12 veces 5 son 60, luego el piñón dá 5 vueltas por úna de la ruéda. Ótra ruéda de 96 diéntes háce andar un piñón de 8 (ó éste á élla, que para el caso lo mísmo és), ¿quánta vueltas dará? y digo 8 veces 12 son 96, con que dá 12 vueltas el piñón por úna de la ruéda: y así en los demás cásos que puedan acontecer.

Sabído ésto páso adelante, báxo el supuesto que qualquiera sabe sumar, restar y multiplicar: y vámos al médio

partir, y partir por entéro, cúyo método expondré á la moda extrangera, pues el que se úsa en nuestro país, és tan engorroso, que no me estráño si á la juventud le cuesta tanto trabájo comprénderle.

Quiero repartir 408 reales éntre 12 compañeros, y póngo éstas dos partidas de éste módo: primero el número 12, y debáxo una ráya, y mas allá los 408.

12	...
	408
34	048
	00

Ahóra empiézo tomando los dos primeros números de la partída, y les póngo dos púntos encíma, para acordarme, que todavía no cuénto mas que con éllos, y dígo 40 éntre 12 tócales á 3. Póngo un 3 debáxo del 1, y multiplíco éste 3 con el 2 diciendo: 2 veces 3 son 6, hásta 10 (que és el céro de los 40) llévo 4, y póngo un 4 debáxo del céro. Despues multiplíco el 3 por el 1, y como 3 veces 1 és 3, y úna que llevába (del 10) hácen 4, cúmplo con el 4 del 40, y por consiguiente póngo un céro.

Luego báxo el 8 despues de haberle puesto un púnto encíma, y le póngo al lado del 4 que me sobró, y dígo: 48 éntre 12 tócales á 4, porque 4 veces 12 son 48, como se há vísto en la tabla antecedente; con que póngo un 4 debáxo del 2, y digo 4 veces 2 son 8: cúmplo con el 8 de 48, y le póngo un céro debáxo. Repíto despues 4 veces 1 és 4, cúmplo tambien con el 4 del 48, y le póngo ótro céro.

Ahóra para la prueba multiplíco 12 por 34, y si sálen 408 és de fíxo que la cuenta está bien; sinó se vuelve á empezar de nuevo.

Lo que hé insinuado de los púntos és inútil, quando úno está diestro, y que la partida és corta; pero és muy del cáso quando és partída mayor, como las que siguen en las que pondré tambien sobrantes, los que en la multiplicacion serán números pequéños para mayor inteligéncia.

467	.....
985	460019
	03971:
	02359
	0024

Ahóra dígo, si tómo los tres primeros números de la partída mayor que son 460, no alcánzan para los 467 de la partída menór, con que téngo que tomar quatro números (ahóra sí que vienen bien los púntos), y dígo 4 veces 9 son 36, y póngo un 9 debáxo del 4. Despues multiplíco el 9 por el 7 que son 63, hásta 70 que me dá el quarto número, que és siguiendo céro ván 7, cúyo número póngo debáxo de dicho céro. Despues multiplíco el 9 por el 6, que son 54, y 7 que llévo de 70, son 61, hásta 70 del tercer número, que és el primer céro ván 9, que le póngo debáxo, y llévo 7. Despues multiplíco el 9 por el 4, que harán 36, y 7 que llévo son 43, hásta 46 réstan 3, que póngo debáxo del 6. Y como hé cerrado la partída póngo un céro debáxo del 4. Ahóra hágo ótro púnto encíma del 1, y le báxo júnto á el 7, y téngo 3971.

Vuelvo á comenzar la operacion poniendo un 8. Y dígo 8 veces 7 son 56, hásta 61 ván 5; éste le póngo debáxo del 1, y llévo 6. Despues dígo 6 veces 8 son 48, y 6 que llévo son 54, hásta 57 ván 3, el qual le póngo debáxo del 7, y llévo 5. Ahóra 8 veces 4 son 32, y 5 que llé-

vo, son 37, hásta 39 ván 2: éste le póngo debáxo del 9, y como con 39 cierro la partída de 37, póngo un céro debáxo del 3. Luego póngo un púnto sóbre el 9 de la partída mayor, y le báxo al lado del 5, y me dán 2359.

Empiézo de nuevo diciendo 5 veces 7 son 35, hásta 39 ván 4, que póngo debáxo del 9, y llévo 3. Continúo y dígo, 5 veces 6 son 30, y 3 que llévo son 33, á 35 ván 2 que póngo debáxo del 5, y llévo 3. Vóy siguiendo: 5 veces 4 son 20, y 3 que llévo son 23, con que págo los 23, y póngo dos céros.

Para saber si hé sacado bien la cuenta, hágo la prueba, multiplicando los 467, por los 985, y luego añado los 24 sobrantes, de éste módo.

```
  467
  985
 ----
 2335
3736
420324
------
460019
```

Para saber désde luego qué número débo poner, le multiplíco de memória, y véo que no puedo pasar del 9, y así empecé poniéndole, y diciendo 4 veces 9 son 36, aunque és ménos que el 46 de la partida mayor, pues como dígo, no puedo pasar de allí. Y así vóy escogiendo en mi mente un número que cási alcánce los dos primeros de dicha partída mayor, ó tal vez úno de élla. Pero ésto la experéncia lo enseña mejor que ningun maestro.

Otra.

462

186725104
462

373450208
1120350624
746900416
216

86266998264

.....

86266998264
4006 : : : : : : :
3106 : : : : : :
3349 : : : : :
1159 : : : :
2358 : : :
482 : : :
2064
216

Otra mas fácil.

20,000 Misas repartídas éntre 50 Fráiles.

50

400

20000
0000

No háy mas que decir 5 veces 4 son 20, poner el 4 debáxo del 5, y pues se há concluído con los 200 de los 20,000; y pues que los dos céros restantes son impartíbles, básta añadirlos al 4, y está la cuenta hécha; y si no hágase la prueba.

De la régla de tres.

La régla de tres que los antíguos llamáron *régla de óro*, és tan fácil, que no tiene cási que aprénder: pues sabiendo una vez partir por entéro, segun acábo de exponer, un póco de práctica háce todo lo demás; pero és menester que las partídas séan (y de nó hacerlas) proporcionádas. Pondré un exemplo de lo que és.

Quiero saber si habiendo ganado en una féria con 64

pésos 8, quanto ganaré con 48 pésos; para ésto póngo los números de éste módo.

64 : 8 : : 48 : 6

6 — 8

384

000

Primeramente póngo los 64: con sus dos púntos. Luego el 8:: con quatro púntos, y luego el 48 : con dos púntos, que quiéren decir, si con 64 gané 8, con 48 quanto ganaré.

Despues multiplíco los 48 por los 8 pésos, y me dán 384. Éstos los párto por los 64, y me dán 6, cerrándome la partída con tres céros, que és prueba que náda sóbra. Éstos 6 los póngo en el primer renglon, despues de los 48, y léo de éste módo: si 64 pésos dán 8: 48 darán 6.

Al ténor de ésta puede el lector echar otras muchas cuentas. Si la proposicion no se presénta bien, yá dígo, que és menester ponérla, v. g. Si con 64 reáles gané 8 pesétas, con 48 pésos dúros, quánto ganaré. Entónces és menester reducir todas las partídas á una mísma monéda; y supongo escójo reáles, diré, 8 pesétas son 32 reáles, y 48 dúros son 960 reáles, con que pondré de ésta forma la cuenta. 64: 32:: 960: ¿quánto darán?

Sabídas éstas réglas és facilísima la de compañías, y por modélo pondré úna.

Tres persónas echáron á la lotería: el úno púso 150 reáles: el ótro 100; y el tercero 50. Ganáron 600 doblónes. Pregúntase ¿quánto le corresponde á cáda úno? el módo de saberlo és, haciendo ésta cuenta al ténor siguiente.

Se sumarán las tres partídas puestas por los interesá-

dos, y se hallará, que móntan 300 reales. Despues se reducirán los 600 doblónes á reáles que son 18000, y luego se háce para cáda úno una régla de tres, de éste módo.

Si 300 reáles dán 18000, quánto darán 150.

```
300:   18000: :  150
-----            18000
9000           -------
               1200000
               150
               -------
               2700000
                000000
```

Despues diré para el segundo.

```
150
100
 50
---
300
```

```
si 300:   18000: :  100
-----               18000
6000               -------
                    800000
                    100
                   -------
                   1800000
                    000000
```

Para el tercero diré.

```
si 300:   18000: :  50
-----               18000
3000               -------
                    400000
                    50
                   -------
                    900000
                    000000
```

Y hállo que al primero le corresponden 9000 reáles, al segundo 6000, y al tercero 3000. Para prueba de éllo súmo las tres partídas, y me dán los mísmos 18000 reáles.

9000
6000
3000
18000

De los quebrádos.

Los quebrádos son únas cuentas muy importántes en la reloxería. Confiéso que no há habído cósa que mas me desazonáse que el aprendérlos. Pero conociendo la precision me conformé. Si el lector és de mi sentir, carguése de paciencia, y empiéce por ésta

DEFINICION.

Quebrádo és la parte de un entéro, ó de un total.

Aunque se divída úna cantidad entéra como un doblón, un péso dúro, una vára, un pié &c. en quantas partes se quiéra, si no se tóman tódas, el sobrante se láma quebrádo.

Si por exemplo se tóma un doblón, repartído en 12 partes, se póne el número 12 debáxo de una pequeña ráya, de éste módo $\overline{12}$, y despues para explicar el número de partes en que se divíde v. g. 5, se póne éste número sóbre dicha línea de éste módo $\frac{5}{12}$, cúya expresion $\frac{5}{12}$ és un quebrádo que vále 5 partes, como las que un doblón contiéne 12.

Los quebrádos tóman sus nombres de la cantidad de partes, en que se divíde un total.

Si se divíde un total en dos partes, cáda úna de éstas se lláma la mitad. Si se divíde en tres, se lláman tercéras partes, y si en quatro, quartas partes.

Y así repartiendo un total en 5, 6, 7 y 8 partes &c. entónces tóman éstas los nombres de quíntas, séxtas, sétimas y octávas partes, segun séan.

En un quebrádo el número que está debáxo de la línea, se lláma denominador, *porque dá la cantidad al quebrádo, haciendo conocer en quantas partes está dividído el entéro.*

En éste quebrádo $\frac{3}{4}$ el número 4 que está debáxo de la línea és el denominador, porque indíca que el entéro está dividído en 4 partes. Y así si $\frac{3}{4}$ és el quebrádo de úna vára; y éste vále tres quartas de aquélla.

En un quebrádo, el número que está encíma de la ráya, se lláma el numerador.

En dícho quebrádo $\frac{3}{4}$ el número 3 és el numerador del quebrádo, porque numéra las partes que vále, de un entéro dividído en 4 partes, con que si v. g. éste entéro és una peseta; se vé que está repartida en quatro partes, de las quales se tomáron tres.

El denominador de un quebrádo vále siempre un entéro.

En éste quebrádo $\frac{7}{8}$ el denominador 8 vále un entéro, porque señala en quantas partes está éste repartído, y las expóne tomadas tódas júntas.

Quando el numerador és igual al denominador, vále tambien un entéro; pero si és menor vále ménos: y más, si fuése mayor.

En éste quebrádo $\frac{6}{6}$ el numerador 6 vale un entéro, porque enciérra en sí todas las partes del denominador.

En éste $\frac{5}{6}$ el numerador vále ménos que un entéro, porque no vále mas que 5 partes semejantes á las que el denominador 6 vále.

En éste $\frac{7}{6}$ el numerador 7 vále 7 partes como las que el entéro 6. Con que de aquí se sígue que su valor és úno mas que un entéro.

Aunque se añáda ó se cercéne del numerador, ó del denominador de un quebrádo, conservará su mismo valor, con tal que exîsta la misma proporcion éntre úno y ótro, que ántes y despues de su mudanza.

En éste quebrádo $\frac{6}{12}$ que reduciré á éste $\frac{3}{6}$ quitándoles la mitad al numerador, y al denominador quedarán iguales ámbos quebrádos, pues háy la mísma proporcion éntre 6 y 12 que éntre 3 y 6, porque sí $\frac{6}{12}$ válen 6 partes de las

que el total vále 12, cláro está que és la mitad del entéro. Y lo mismo $\frac{3}{6}$ que señála 3 partes de las que el total vále 6, ó mitad de dichas 6, con que $\frac{6}{12} = \frac{3}{6}$ son iguales éntre sí, como sucederá siempre que el numerador séa la mitad del denominador, v. g. $\frac{1}{2}$ $\frac{2}{4}$ $\frac{3}{6}$ $\frac{4}{8}$ $\frac{5}{10}$ $\frac{6}{12}$ $\frac{7}{14}$ $\frac{8}{16}$ $\frac{9}{18}$ $\frac{10}{20}$ &c.

Resúlta de lo dícho, que aunque se multiplíque el numerador, y el denominador por qualquier número que se quiera, el quebrádo será siempre el mísmo.

Ésta proposicion és evidente. Multiplíquese $\frac{4}{8}$ por 3 resultará éste quebrádo $\frac{12}{24}$ que és igual á $\frac{4}{8}$. Y si al contrário se divíde el numerador, y denominador de éste mísmo $\frac{4}{8}$ por 4, sále el quebrádo $\frac{1}{2}$ que vále tanto como $\frac{4}{8}$.

Reducir un tódo en sus partes.

Si se quiere reducir 4 entéros en séxtas pártes, ésto és, en un quebrádo, cúyo denominador séa 6: se multiplicará 4 por 6 que serán 24, y se póne $\frac{24}{6}$. Entónces éste quebrádo valdrá 4 entéros, porque el numerador 24 contiéne 4 veces el denominador 6, que vále un entéro, ó un total.

Reducir las partes á su todo.

Si se propóne reducir $\frac{24}{6}$ en entéros, se dividirá 24 por 6, y quedarán 4 que serán los entéros buscádos.

Hacer que diferéntes quebrádos téngan un mísmo denominador.

Séan éstos dos quebrádos $\frac{2}{5}$ y $\frac{3}{4}$ que se quiére reducir á una mísma denominacion. El asúnto és de cambiárlos en ótros dos quebrádos del mísmo valor, y cúyos denominadores séan semejantes.

$$\frac{8.\quad 15.}{20}$$

Se multiplicará el denominador del primero, por el denominador del segundo, y el producto será el comun denominador de los dos, pues 5 por 4 son 20. En el exémplo citádo se vé que 2 veces 4 el producto és 8, que será el numerador del primero. Despues éste por el denominador del segundo, 3 por 5, que son 15 será el numerador del segúndo. Y se tendrán éstos dos quebrádos $\frac{8}{20}$ y $\frac{15}{20}$ que válen tanto como $\frac{2}{5}$ y $\frac{3}{4}$ que son de la mísma denominacion, supuesto que ámbas tienen el número 20 por denominador.

És fácil demostrar la certéza de ésta operacion, pues básta considerar, que para trocar dicho quebrádo $\frac{2}{5}$ en éste $\frac{8}{20}$, se há multiplicádo el numerador 2, y el denominador 5 por 4, con que $\frac{8}{20}$ és igual á $\frac{2}{5}$. Y por la mísma razon el numerador, y el denominador de $\frac{3}{4}$, pues há sído multiplicado por 5, lo qual produce $\frac{15}{20}$. Síguese de ésto que $\frac{15}{20}$ son iguales á $\frac{3}{4}$.

Si hubiése muchos quebrádos, y que precíse reducirlos á una mísma denominacion, v. g. $\frac{1}{2}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{5}$ $\frac{2}{7}$.

105. 140. 126. 60.

210.

En tal cáso se multiplicarán todos los denominadores, los únos por los ótros, por exémplo 2 por 3 que son 6; éste producto 6 por los 5 siguientes, y serán 30, y finalmente éstos 30 por 7, que serán 210, que és el comun denominador.

Y despues para tener los numeradores, se multiplicará el numerador de cáda quebrádo por los denominadores de los demás, v. g. para tener el numerador del quebrádo que há de valer $\frac{1}{2}$, se multiplicará el producto 105, de los tres denominadores 3, 5, 7 por el 1 numerador de éste quadrádo, y hará 105. Despues el producto 70 de los denominadores 2, 5, 7 por 2, que serán 140. Luego el producto 42 de los denominadores 2, 3, 7 por 3, y saldrá 126; y finalmente el producto 30 de los denominadores 2, 3, 5 por 2, que serán 60.

Y así en lugar de..... $\frac{1}{2}$ ... se tiene..... $\frac{105}{210}$
En el de..... $\frac{2}{3}$ ..... $\frac{140}{210}$
En el de..... $\frac{3}{5}$ ..... $\frac{126}{210}$
Y en el de..... $\frac{2}{7}$ ..... $\frac{60}{210}$

Para demostrar que ésta operacion está bien hécha, se observará, que en cáda quebrádo hán sido multiplicádos el numerador y denominador por únos mismos números, de lo que se sígue que las mudanzas en la expresion de cáda quebrádo (con tal que no se auménte ó disminúya su valor) las segundas serán iguáles á las primeras. Me explicaré mas claramente.

Para mudar el quebrádo $\frac{1}{2}$ en éste 105, hé multiplicá-

do tódos los denominadores 2, 3, 5, 7, los únos por los ótros. Con que el denominador 2 há sído multiplicádo por el 3, el 5 y el 7; y tambien el numerador 1, se há multiplicado por los mísmos números 3, 5, 7. De éstas multiplicaciones se hán formado los prodúctos 105 y 210, con que $\frac{105}{210}$ és un quebrádo igual á $\frac{1}{2}$. Y así hé multiplicádo los demás.

Mudar el denominador de un quebrádo, y hacer que ténga ótro, séa el que se quiera.

Yá hémos vísto que dos quebrádos son iguáles, quando háy la mísma proporcion éntre sus numeradores y denominadores, por lo que cáso que se ofrézca mudar, supóngo éste quebrádo $\frac{3}{4}$ en ótro, cúyo denominador séa 20, como 3 és á 4. Con que se dirá, como 4 denominador del primer quebrádo és a 3 (su numerador) así 20 denominador del segundo quebrádo será a su numerador. Para lo qual multiplicando 20 por 3 darán 60, que dividídos por 4 darán 15, que és el numerador buscado, y así $\frac{3}{4}$ son iguáles á $\frac{15}{20}$.

Á véces sucéde que queriendo mudar el denominador de un quebrádo, no se puede circunstanciar el numerador con un número entéro, de lo que se origína un quebrádo de quebrado, como si se quisiéra mudar éste $\frac{2}{3}$ en ótro, cúyo denominador séa 20.

$$\frac{3}{13\frac{1}{3}} \ldots\ldots\ldots\ldots 2 \ldots\ldots\ldots\ldots \begin{array}{r} 20 \\ 2 \\ \hline 40 \\ 10 \\ 1 \end{array}$$

Haciendo la régla de tres, se hallará $\frac{13\frac{1}{3}}{20}$ iguales á $\frac{2}{3}$ ésto és $\frac{13}{20}$ y la tercéra parte de una veinténa. Y ésto és lo que lláman un quebrádo de quebrádo.

Hallar la mayor y común medída; ó el mayor y común divisor de dos números dádos.

Se lláma común medída ó común divisor de dos números, un tercero, por el qual los dos primeros puédan ser dividídos exâctamente. Para hallárle se dividirá el mayor por el menor número. Sinó sóbra, el menor de dichos dos números será el número búscado (lo que és evidénte), pero si sóbra álgo, se dividirá éste résto por el número menor. Si tampóco quedáse nada, éste último divisor será el número buscádo; pero si todavía sobráse, se volverá á dividir, y siempre por el menor, hásta que finalmente no sóbre náda. Y entónces éste será el mayor común divisor éntre los dos números propuestos Pondré algunos exemplos.

Primero.

Se pregúnta quál és el mayor común divisor de éstas dos partidas 48 y 72. Désde luego dividiré 72 éntre 48, y hallaré que sóbran 24. Despues divído 48 por 24, y só-

bra náda; con que 24 será el mayor común divisor de 48 y 72.

Exémplo segúndo.

Séan propuéstas éstas dos partídas 580 y 9640, de las que se píde el mayor común divisor.

Dividiré segun lo dicho 9640 por 580, y me sobrarán 360.

Despues dividiré... 580.. por 360.. y sóbran... 220
dividiré..... 360.. por 220..... sóbran... 140
dividiré..... 220.. por 140..... sóbran... 80
dividiré..... 140.. por 80..... sóbran... 60
dividiré..... 80.. por 60..... sóbran... 20
dividiré..... 60.. por 20..... y sóbra nada.

Luego 20 és el mayor común divisor de díchas dos partídas 580 y 9640.

Ésta operacion puéde tambien hacérse en la forma siguiente.

Primer cociente.....	16..	9640..	580...	primer divisor.
segúndo.....	1..	3840....	360.....	2.°
tercéro.....	1..	360....	220.....	3.°
quarto.....	1.....		140.....	4.°
quinto.....	1.....		80.....	5.°
sexto.....	1.....		60.....	6.°
séptimo.....	3.....		20.....	7.°
			00	

Hallar la menor cantidad que puédan medir dos partídas dádas.

Segun la proposicion antecedénte se buscará el mayor común divisor de las dos partídas dádas, y dividírlas por él.

Si se multiplíca despues la menor por el mayor cociénte; ó la mayor por el menor, se tendrá el número buscádo v. g. Se quiére saber quál séa la mas pequéña cantidad que puéda ser dividída exâctamente por 4 y por 6. Ahóra divído éstos dos números 4 y 6 por 2 que és su mayor común divisor: los cociéntes serán 2 y 3. Despues multiplíco el número mas pequéño, que és el 4, por el mayor cociénte 3; ó sinó el mayor número que és el 6, por el mas pequéño cociente que és 2, lo que dará 12, que és la cantidad mas pequéña que puéda ser dividída por díchas partídas 4 y 6.

Si hubiése mas de dos números, y que fuése necesário hallar ótro, el mas pequéño que pudiése ser dividído exâctamente por tódas las cantidades dádas: sería precíso primeramente buscar éntre las dos primeras, el mas pequéño número que pudiésen dividir.

Hallado éste número, se exâminará si puede ser dividído por la tercéra cantidad; y sinó se buscará ótro número que séa el mas pequéño que puéda dividírse por dícha cantidad, y por el número hallado yá v. g. Se búsca el mas pequéño número que puéda ser dividído exâctamente por éstas seis partídas, 2, 3, 4, 6, 8, 12.

En éstas sucéde, que como los dos primeros números 2 y 3 no tienen ótro común divisor que su unidad; los

multiplíco el úno por el ótro, y el prodúcto 6 és el número mas pequéño que se puéda dividir por 2 y por 3. Despues considéro que éste número 6, no puede ser dividído por 4, que és la tercéra partída dáda, por cúyo motívo búsco el número mas pequéño que puédo dividir por 6, y 4 que segun la régla hállo ser el 12.

Exâmíno despues si éste número 12 puede ser dividído por la quarta partída que és 6; y viendo que sí, páso á la siguiente partída que és 8, el qual no puede dividir 12: por lo que búsco el número mas pequéño que puéda ser dividído por 8 y por 12. Obsérvo según la régla su mayor común divisor que és 4, y dividiéndolos por éste, los cociéntes son 2 y 3, por lo que multiplíco el mayor número que és 12, por el menor cociénte que és 2; ó sinó el número menor que és 8, por el mayor cociénte 3, y el prodúcto és 24, que és el mas pequéño número, que puéde ser dividído por díchas seis partídas, pues tambien puéde sérlo por la séxta que és 12. Y así dícho 24 satisfáce tódo el probléma.

Reducir un quebrádo á menor cantidad.

Se dividirán el numerador, y denominador del quebrádo por su mayor y común medída, v. g. $\frac{21}{24}$. El mayor común de 21, y de 24 és 3, con que dividiéndo díchos numerador, y denominador por 3 se hallará éste quebrádo $\frac{7}{8}$ igual á $\frac{21}{24}$. Y para reducir á menor cantidad, séa tambien éste quebrádo $\frac{17017}{37961}$.

Búsco el mayor común divisor de éstas dos partídas, y hállo 1309.

Despues divído..... 37961..... por 1309.
11781 29
00000

El cociénte és....29; con que éste gran quebrádo 17017, se reducirá á $\frac{13}{29}$ que le és igual.

Reducir los quebrádos de quebrádos á un solo quebrádo.

Supóngase éste quebrádo $\frac{3}{4}$ de $\frac{2}{3}$ para reducírlo á un solo quebrádo.

Régla general.

Se multiplicarán los numeradores y denominadores, á fin de tener dos prodúctos, de los que el primero será el numerador del quebrádo que se búsca, y el segundo será el denominador.

Segun ésta régla multiplíco 3 por 2, y 4 por 3, para tener éste quebrádo $\frac{6}{12}$, que estando reducído á menor denominacion se conseguirá éste $\frac{1}{2}$, que és el valor de dícho quebrádo $\frac{3}{4}$ de $\frac{2}{3}$.

Para su demostracion se considerará, que para poder tomar las $\frac{3}{4}$ de $\frac{2}{3}$ se hace precíso mudar éste quebrádo $\frac{2}{3}$ en ótro, del qual se puedan tomar las $\frac{3}{4}$ del numerador. Luego para ésto no háy mas que multiplicar el numerador 2 por 4, como tambien el denominador 3, y saldrá éste ótro quebrádo $\frac{8}{12}$ que és igual á $\frac{2}{3}$ con que és menester tomar las $\frac{3}{4}$ de $\frac{8}{12}$. Luego para tomar las $\frac{3}{4}$ de 8, háy que multiplicar la quarta parte de 8 por 3, ésto és, que háy que dividir 8 por 4, y multiplicar el cociénte por 3, que hace 6, y así los $\frac{3}{4}$ de $\frac{8}{12}$ son $\frac{6}{12}$ como quéda dícho.

Si hubiese quebrádos de quebrádos (para reducirlos á

úno solo) mas enredósos, v. g. como éste: para saber quanto válen las $\frac{2}{3}$ de $\frac{5}{8}$ de $\frac{7}{8}$, se multiplicarán todos los denominadores y numeradores los únos por los ótros, empezando primero por los numeradores 2, 5, 7, los únos por los ótros, que en todo harán 70: y luego los denominadores 3, 8, 8, que montan 192; con que las $\frac{2}{3}$ de $\frac{5}{8}$ de $\frac{7}{8}$ válen $\frac{70}{192}$ ó $\frac{35}{96}$, y asi en los demás cásos.

Dividir un número pequéño por ótro mayor.

Se escribirá el mayor debáxo del menor; y dará un quebrádo que explíque el valor del cociénte que se búsca, v. g.

Para dividir 2 por 5: escríbo $\frac{2}{5}$: si éste 2 son dos pésos dúros, que háy que repartir éntre 5 persónas, cáda úno tendrá dos quintos del total.

Para reducir éste número 2 en un quebrádo, del qual el 5 séa el denominador, se multiplicará 2 por 5, cúyo producto 10 será el numerador del quebrádo que se búsca, el qual $\frac{10}{5}$ vále el número entéro 2. Con que para repartir $\frac{10}{5}$ de pésos dúros éntre cínco personas, cúya division débe tener por cociénte el número 2, supuesto que el número 10 náce de dos multiplicádo por 5, se sígue que á cáda úno le tócan 2 pesétas.

Y así escribiéndo el número mayor debáxo del pequéño, se hácen de prónto dos operaciones. Con la priméra se redúce el número entéro, á un solo quebrádo, que tiéne por denominador al divisor. Y con la segunda se divíde el numerador de éste quebrádo, por el divisor propuésto. Y el todo se practíca como acabamos de demostrar con grandísima brevedad.

De las partídas quadrádas.

Llámase así toda cantidad, compuesta de ótro número, por sí mísmo. Si se multiplícan de seguído éstos números naturales, por sí mísmos, se tendrá el quadrádo ó cantidad de su número, como se vé en la siguiente tábla.

Raiz.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quadrádo.	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100

En la primera lísta están de seguído los números naturales 1, 2, 3, 4, 5 &c., y en la segunda los quadrádos de díchos números 1, 4, 9, 16 &c. Los números de la priméra lísta se lláman las *raíces quadrádas* de las cantidades de la segunda que les correspónden. Y los de la segunda se lláman los *quadrádos de díchas raíces*. Y así 1 és la raíz quadráda de 1, porque multiplicándo la unidad por sí mísma, produce 1. Y por la mísma razon 1, considerádo como quadrádo, és el de su mísma raíz que és 1.

Se comprehenderá mejor, si se tíra la línea *a*, figúra 63, lámina 15, de un pié de largo, y que se multiplíque por élla mísma, pues producirá el quadrádo *b c d e*, del que cáda ládo será igual á la línea *a*, por lo que teniendo éste quebrádo, de cáda ládo un pié de largo, conocerá el lector, que ésto és lo que se lláma el quadrádo de un pié. Lám. 15. Fig. 63.

La Geometría enséña, que para multiplicar una línea por ótra, se débe formar un paralelográmo rectángulo (ésto és) una figúra de quatro ládos dispuestos de módo, que

sus dos lados sean iguales, paralélos, y perpendiculares á los ótros dos. Con que si dos líneas dádas son iguales, su produćto será un quadrádo lárgo.

Éste modo de multiplicar dos líneas, és conforme á lo que demuestra la multiplicacion. Porque la Aritmética enséña tambien, que ésta operacion consíste en añadir á un número dádo ótras tantas unidades, como háy en ótro que tambien se há propuésto.

Así segun ésta definicion, si se quiere multiplicar 4 por 3, no háy mas que añadir las quatro unidádes del número 4, ótras tantas veces, como indíca el mísmo número 3.

Lám. 15. Fig. 64. Si se quiere multiplicar la línea *a*, figúra 64, por la línea *b*, se tomará la línea *a* ótras tantas veces, quantas contiéne la línea *b*. Con que para hacer ésta multiplicacion, se considerará sóbre cada uno de los púntos que la forman, una línea igual á la línea *a*, y la súma de todas éstas líneas formará el paralelográmo A B. Me explicaré mas claro.

Supongamos que la línea *a* descansa con uno de sus extrémos, sóbre ótro *c* de la línea *b*, y que hacémos correr ésta línea *a* paralelamente á élla mísma lo largo de la línea *c d*: tendríamos por éste médio, en el espácio que hubiese trazado la línea *a*, la figúra A B: porque si v. g. se supóne que la línea *c d* és compuesta de 1000 púntos, de los que sóbre cada úno se puede poner una línea igual á la línea *a* (porque toda línea és compuesta de púntos, y que por consiguiente el extrémo de la línea *a* és un púnto) és consecuente que el espácio A B constará de 1000 líneas iguales á la línea *a*. Luego representándo aquí los púntos las unidádes, quéda con evidencia demostrado, que ésta

operacion és la verdadera multiplicacion.

Que si se supóne ser la línea *b* quien córra paralélamente á sí mísma lo largo de la línea *a*, surtirá el mísmo efécto, puesto que el prodúcto A B contendrá tantas veces la línea *b*, quantas háya de púntos en la línea *a*, y entónces se dirá ser ésta la multiplicáda por la línea *b*. Con que, que séa *a* multiplicáda por *b*, ó *b* multiplicáda por *a*, el prodúcto será el mísmo. Supongámos que *b* contiéne 1000 púntos, y *a* 600, el prodúcto será 600② (ésto és) que la superficie A B contendrá seiscientos mil púntos semejantes á los de los de que las líneas *a* y *b* son compuestas.

Si se quisiéra multiplicar la línea *a b* teniendo v. g. 3 piés de lárgo por sí mísma: el prodúcto sería el quadrádo *c*, *o*, *d*, *n*, que contendría 9 piés quadrádos, prodúcto de la multiplicacion de 3 piés, por ótros 3 piés. Con ésto se inteligenciará qualquiéra, porque éste número 9 se llama quadrádo, pues efectivamente lo represénta. Y ésto servirá de exémplo para todos los demás quadrádos. Lám. 15. Fig. 64.

Si fuésen dos líneas dádas, figúra 65, la una *i e*, y la ótra *e n*, su prodúcto sería el quadrádo lárgo, ó quadrilóngo *i s e n*, que solo contendría 6 piés quadrádos; porque la línea *i e* no tiéne mas que 2 piés de lárgo, y la línea *e n* 3; y que 2 veces 3 son 6. Lám. 15. Fig. 65.

El número que produce el quadrádo por su multiplicacion se llama *raiz*, porque todo quadrádo nace de una *raíz* que se multiplica élla mísma; ó de dos raíces iguales, y éstas se llaman *raíces quadrádas*, para distinguírlas de ótras raíces, cúya multiplicacion no compone un prodúcto quadrádo, lo que sucede quando se multiplícan dos raíces, que no son iguales, como en la figúra antecedente. Pues

si se multiplíca la línea *i e* por la línea *e n* el prodúcto és el quadrádo lárgo *i s e n*, que no és quadrádo, por cáusa de la desigualdad de sus raíces.

Alguna vez puede suceder que dos raíces iguales produzcan una cantidad quadráda. Ésto acontéce quando son éntre sí, como dos partidas quadrádas, ésto és, quando sus mas pequéñas divisiones exprimen su igualdad quadráda como éstos dos números 2 y 8, que son éntre sí como 1 y 4; porque si se multiplícan 2 y 8 úno por ótro hacen 16, que és número quadrádo, cúya raíz és 4. Pero cuidádo que v. g. una línea de 2 piés multiplicáda por ótra de 8, no siémpre prodúce un quadrádo, pues será un quadrádo lárgo, cúyo áncho será de 2 piés, el lárgo será de 8, y el todo tendrá 16 piés quadrádos. Verdad és que éste quadrádo lárgo será igual á un quadrádo perfécto, del qual cáda ládo tendría 4 piés. Pero sin embárgo éstas dos figúras serán distíntas. Con que diráse del quadrádo lárgo, que sus raíces son 2, y del quadrádo perfécto que su raíz és 4.

Ésto báste para la inteligéncia de lo que se lláma números ó partídas quadrádas. Pasémos ahóra á ótras operaciones que nos conducirán al métodо que débe seguírse, para extraér la raíz quadráda de qualquier cantidad que séa.

Del módo de formar las partídas quadrádas.

Para formar el quadrádo de una partída, v. g. 86, se multiplicarán 86 por 86, y su prodúcto 7396 será el quadrádo de 86. Me explicaré mejor.

Multipliquémos 86 por 86 poniendo los prodúctos separadamente. Aquí vémos que el quadrádo 7396 és compuesto, primeramente del quadrádo 36 del segundo número señalado *a*. Despues de los dos prodúctos del primer número, por el segundo, señaládos juntos *b*. Y finalmente del quadrádo del primer número señalado *c*.

	86	
	86	
	516	
	688	
	7396	
	86	
	86	
	36	*a*
4	8	*b*
4	8	*b*
64		*c*
73	96	

Ahóra observémos que cada uno de éstos prodúctos ocúpa su lugar, y para éllo separémos las colúmnas de dos en dos, empezando por la derecha. Ésta separacion nos dará dos porciones ó lístas, porque la raíz 86 no tiene mas que dos números. Una raíz de tres números daría un quadrádo de tres lístas. Y en fin siémpre háy ótras tantas lístas en el quadrádo como números en la raíz. Qualquiera se puede enterar de éllo, haciendo un quadrádo compuesto de muchos números.

Verdad és, que alguna vez sucederá que la primer colúmna del ládo izquierdo no ténga mas que un número, como en el quadrádo de 1000, que és 1000000, que contiéne quatro porciones, porque su raíz 1000 tiéne quatro números, pero aunque la primera tenga solamente úno, no déxa éste de formar una colúmna.

Si ésta raíz hubiese tenído tan solo uno ménos, y que fuése 999, bien se déxa conocer, que su quadrádo será menor que el antecedénte; porque quitando úno de 1000000, quédan 999999, seis números que formarían tres colúmnas. Con mayor cáusa el quadrádo de 999 que diferéncia

muchisímo del de 1000, no débe tener mas que tres colúmnas, como efectivamente el quadrádo de 999 és 998001, que és solo de seis números.

És muy del caso éste repáro, pues manifiesta désde luego quantas partes contiene la raíz de un quadrádo propuésto. Y así despues de haber separado en porciones las colúmnas de dos en dos, como queda dícho, exâminémos el módo de poner los diferentes prodúctos relativamente á ésta separacion.

Primeramente vémos, que contando désde la izquierda, el quadrádo 36 del primer número 6, está enteramente en la segunda colúmna.

Despues vémos, que los dos prodúctos del primer número por el segundo, están puestos, parte en la primera colúmna, y parte en la segunda.

Y luégo se vé tambien, que el quadrádo del primer número está contenído enteramente en la primera colúmna. Ahóra nos servirémos de éstas tres últimas observaciones para sacar la raíz quadráda de una cantidad propuésta.

Extraccion de la raíz quadráda.

Pregúntase quál és la raíz quadráda de ésta cantidad? .....7396.

Separándola, pues, de dos en dos números, y empezando por la derecha, se vé que solamente tiene dos porciones, y que por consiguiente la raiz quadráda solo tendrá dos números; y así débo empezar, buscando qual és el primer número de ésta raíz. Ahóra supuesto que su

quadrádo está contenído en la primer separacion, exâmíno qual séa el mayor quadrádo en 73, y hállo que és 64 cúya raíz és 8. Con que póngo 8 aparte para el primer número de la raíz, y restando 64 de 73 el résto és 9, que póngo debáxo del 64; y luego báxo el ótro 9, le póngo al lado de éste, y hácen 99. Pero cuidado que éstos 99 están parte en la primer colúmna, y parte en la segunda; y que por consiguiente dében contener el dóble prodúcto del primer número por el segundo. Y así siendo el doble de dícho primer número el 16, débo buscar quantas veces 16 contiénen 99, para conocer el segundo número, y hállo que 6. Luego éste segundo número (que yá sé que és 6) le pongo á parte al lado del 8; pero como multiplicando 16 por 6 son solo 96, résto 96 de 99, y pongo debáxo el sobrante que és 3, á cúyo lado báxo el 6 de la segunda porcion, y hácen 36, los quales se hállan totalmente yá en la segunda colúmna, y que dében contener el quadrádo del segúndo número, y siendo éste un 6, y su quadrádo 36; y conteniendo éste résto exâctamente, y sin sóbras el quadrádo del segundo número, póngo un céro debáxo; y conclúyo que la partída dada 7396, és una cantidad perfectamente quadrada, y que su raíz és 86.

73	96	}	86
64	::	}	
9	::		16
9	6:		6
	36		
	36		
	o		

Fáltanos exâminar si éste método de sacar la raíz quadrada és general, y si puede aplicarse á todos los quadrádos. Para mayor claridad pondré dos quadrádos, cúya raíz en el uno séa de tres números, y en el ótro de quatro: vámos al primero.

345
345

1	....	25	quadrádo del tercer número.
2	.. 2	0	prodúcto del tercer número por el segundo.
3	15	....	prodúcto de dicho tercero por el primero.
4	.. 2	0	prodúcto del segundo número por el tercero.
5	16	....	quadrádo del segundo número.
6	1 2 ..	....	prodúcto del segundo número por el primero.
7	15	....	prodúcto del primer número por el tercero.
8	1 2 ..	....	prodúcto del primer número por el segundo.
9	9	....	quadrádo del primer número.
	11	90	25

Ésto és el de tres números, que como se vé sale cabal: vámos al de quatro números.

4578
4578

1	....	....	64
2	....	.. 5	6
3	....	40	....
4	.. 3	2 ..	....
5	....	.. 5	6
6	....	49	....
7	.. 3	5 ..	....
8	28	....	....
9	....	40	....
10	.. 3	5 ..	....
11	25	....	....
12 2	0 ..	....	....
13	.. 3	2 ..	....
14	28	....	....
15 2	0 ..	....	....
16 16	....	....	....
20	95	80	84

De suerte que multiplicádas las dos partídas 4578 por 4578, importan lo mismo que en ésta súma.

Extraer la raíz quadráda de un quebrádo.

Se quiere sabér qual és la raíz quadráda de $\frac{4}{9}$. Para ésto se tomará la raíz quadráda, así del numerador, como del denominador, con lo que se conseguirá tener $\frac{2}{3}$ (lo que és cláro, porque $\frac{2}{3}$ multiplicados por $\frac{2}{3}$ hácen $\frac{4}{9}$), y de éste módo se hallará, que la raíz quadráda de $\frac{1}{4}$ és $\frac{1}{2}$; y que la de $\frac{1}{9}$ és $\frac{1}{3}$. Tódo ésto és evidente supuesto que $\frac{1}{2}$ multiplicádo por $\frac{1}{2}$ háce $\frac{1}{4}$, y que $\frac{1}{3}$ multiplicádo por $\frac{1}{3}$ hácen $\frac{1}{9}$.

Si fuéra menester sacar la raíz quadráda de una cantidad no quadráda, sería imposible hacérlo exâctamente: pero sin embargo se puede aproxîmar tanto, que lo que fálte, pueda considerarse por nada.

En la Aritmética se abandóna un error insensíble, con tal que no puéda producir un error sensíble. Pondré v. g. el módo como se débe operar, para extraer la raíz quadráda de una partída.

Exémplo.

El terréno *a b c d*, figúra 70, lámina 15, és de 18 toésas francésas quadrádas, de seis piés cáda úna. Y se quiere trocar por ótro terréno, que ténga tambien las mísmas 18 toésas, pero que esté perfectamente quadrádo: díxe toésas francésas, porque éste lance sucedió en Fráncia. Lám. Fig.

El asúnto és conocer los lados de éste quadrádo, para poder trazarlos, y determinarlos en el terréno pedído. Pa-

ra ésto és menester extraer la raíz quadráda de 18 toésas. Ahóra, pues, no siendo quadrádo éste número 18, no puédo sacar con precision su raíz determinada en toésas, sin cometer un error considerable. Bien conozco que cáda ládo débe tener 4 toésas, y alguna cosa mas; pero si me descuido en ésta alguna cosa, resultará un equívoco de dos toésas quadrádas en la totalidad del quadrádo, pues entónces solo contendría 16 toésas quadrádas en lugar de 18. Luego para remediar éste inconveniente, reduciré díchas 18 toésas á partes tan pequéñas, que si me véo precisado á abandonar algunas, pueda ser el error considerado como nulo. Y para éso las reduciré en líneas quadrádas, por ser muy notório, que la línea és la medída mas ínfima de que puédan servírse en todo el mundo.

Ahóra, pues, la toésa quadráda vale.....36 piés quadrádos.

El pié quadrádo.....144... pulgadas quadrádas.

La pulgada quadráda.....144... líneas quadrádas.

Luego la toésa quadráda válе....746496...líneas quadrádas.

Con que multiplicando 18 toésas quadrádas por 746496 téngo 13436928 líneas quadrádas, equivaléntes á las 18 toésas quadrádas. Despues extráigo la raíz quadráda de ésta cantidad, para tener en ésta raíz el ládo del quadrádo que búsco, y que se exprimirá en líneas regulares. Se sabe que así se lláman las medídas, en que no se considéra sinó el lárgo.

144	3
36	3
864	66
432	6
5184	726
144	6
20736	7325
20736	5
5184	
746496	
18	
5971968	13|43|69|28 } 3665 líneas reguláres.
746496	443
13436928	4769
	4128
	4703...líneas quadrádas sobrantes.

Si en lugar de 3665 se tomára el lado del quadrádo de..... 3666...líneas reguláres.

3666

21996
21996
21996
10998

Habría.....	13439556
En lugar de.....	13436928

PRUÉBA.

3665...líneas reguláres.
3665

18325
21990
21990
10995

13432225
4703...sobrántes.

13436928

Con que el error sería de 2628 líneas quadrádas de excéso. En lugar que tomando el ládo del quadrádo de 3665 líneas comunes, haría un error de 4703 líneas quadrádas. Por lo que convendría tomar éste ládo del quadrádo de 3666, supuesto que resúlta un yérro ménos consideráble. Para cúyo efecto divído todavía éstas líneas por 12, para reducirlas á pulgadas, y téngo 305 pulgádas y 6 líneas. Vuélvo á dividir éstas pulgádas por 12, para convertirlas en piés, y sálen 25 piés, 5 pulgádas y 6 líneas: que reducídas á toésas, hácen 4, 1 pié, 5 pulgadas y 6 líneas. De módo que si se háce un quadrádo, del qual un ládo ténga ésta extension, saldrá una superficie de 18 toésas quadrádas, y álgo más, ésto és, 2628 líneas quadrádas, que hácen 18 pulgadas y 36 líneas quadrádas, lo que se podrá conocer dividiendo dichas 2628 líneas qaudrádas por 144, pues una pulgáda quadráda contiene 144 líneas quadrádas. Pero 18 pulgádas y 36 líneas quadrádas en un

espácio de 93312 pulgádas quadrádas, és un yérro tan ínfimo que no merece la pena. Quando digo 93312 pulgádas quadrádas, és porque las 18 toésas quadrádas componen ésta cantidad, como se verá si se multiplícan 18 por 36 piés quadrádos, y el prodúcto por 144 pulgádas quadrádas.

Si en ésta cuenta se deseáse mayor exâctitud, se continuará, buscando las décimas ó centésimas de línea para añadirlas á las díchas 3665 líneas. Para cúya execucion bastába poner úno ó dos céros á las 4703 líneas quadrádas sobrantes, segun que se quiera aumentar décimas, ó centésimas en la raíz, y continuár la operacion en la forma expresada. Entónces los números nuevos que producirá la raíz, serán el numerador de un quebrádo, cúyo denominador será 10 ú 100 &c, conforme los céros que se háyan añadido.

Exémplo.

En una operacion aritmética se deséa hallar un médio proporcional, geométrico, éntre éstas dos partídas 28 y 29, ésto és, que se píde una cierta cantidad, cúyo quadrádo séa igual á el prodúcto de 28 por 29, que és 812. Y para ésto se sacará la raíz quadráda de 812.

DEMOSTRACION.

2
2
48
8
564
4
5689
9
56985
5
569906
6

8|12
4|12 .. .. } 28
28|00|00|00 &c.
5 44 00
31 99 00
3 49 75 00
7 80 64

4956/10000 &c.

sobra 78064/100000000

Los dos, &c., demuestran, que se podía continuar ésta extraccion á lo infinito. Pero yo céso aquí, considerándola en un grado de precision suficiente: y así véo, que el médio proporcional que buscába es $28\frac{4956}{10000}$. Y lo pruébo multiplicándo ésta cantidad por sí mísma. Pero para hacer con mas facilidad ésta multiplicacion la múdo en éste quebrádo $\frac{284956}{10000}$ que multiplíco por sí mísmo.

284956
284956
1709736
1424780
2 564604
11 39824
227 9648
569 912
811|99921936

10000
10000
100000000 que son 100 millónes.

Con que véo que el quadrádo de $28\frac{4956}{10000}$ és $811\frac{99921936}{100000000}$ que solo se diferéncia 812 de $\frac{78064}{100000000}$. Y por consiguiente véo que ésta diferéncia és solamente la 1281 parte de un entéro. Prueba clara que dícha extraccion está practicada con muchísimo conocimiento.

De los cúbos y extraccion de sus raíces.

Los cuerpos constan de tres géneros de medídas, que son lárgo, áncho, y altúra ó profundidad. Se lláma altúra, ó lo álto de una montaña, y la profundidad de un pozo; por lo que parece que éstos dos términos son destinados para significar una mísma cosa, ésto és, la distancia de álto á báxo, ó de báxo á lo álto.

Yá hémos vísto, que multiplicándo lo lárgo por lo áncho, se consígue lo que lláman una superficie: que se míde por toésas, váras, piés, pulgádas y líneas quadrádas (ú otros géneros de medídas segun cáda país); y que quando lo lárgo, y lo áncho son iguales, producen un quadrádo. Mas ahóra añádo, que si se multiplíca la superfície por su altúra, producirá un sólido, que siémpre que las dimensiones séan iguales se llamará cúbo. Entónces éste cuerpo tendrá seis fachadas, semejantes á las de los dádos con que se juega.

Para enterarse, como se forma el sólido, séan las tres líneas *a b c*, figúra 66, que se multiplicarán sólidamente, ésto és, *a* por *b*, y la superfície que resultará por *c*, que tambien resultará por *a*: y si no *a* por *c*, y la superfície que despues resúlte por *b*, que és lo mísmo. Lám. 15. Fig. 66.

Multiplíco, pues, *b* por *c*, y me dá el paralelográmo

rectángulo *a d e f*. Pero para multiplicar ésta superfície por la línea *a*, se supondrá levantada ésta línea sóbre los quatro ángulos de la figúra, perpendicularmente á sus quatro lados: y á los extrémos de éstas, otras quatro líneas que las únan, y entónces éstas formarán un pláno semejante á la bása *a d e f*. Lo qual no se puede representar en el papel, sinó en perspectiva, como lo demuéstra la figúra 67, que supongo vísta por un ángulo, á fin de que se puedan vér sus tres extensiones.

Lám. 15. Fig. 67.

El sólido, figúra 67, está primeramente formado de la multiplicacion del lárgo *e f* por el áncho *a e*, lo que produce el pláno *a d e f*, que siendo tambien multiplicádo por la altúra *e e*, ó sinó *f f*, produce el sólido *a f*. Pues segun quéda expresádo, hablando de plános ó paralelográmos, quan preciso séa multiplicar una magnitud por ótras, consiste la formacion en tomar el primero tantas véces, quantas háy de unidades, ó púntos en la segunda. Con que para multiplicar el pláno *a d e f*, por la línea *e e* ó *f f*, háy que poner ótros tantos plános semejantes al *a d e f*, únos sóbre ótros, quantos háy de unidades, ó púntos en la línea *f f*, mediante lo qual, la altúra que formarán todos éstos plános será igual á la línea *f f*, y así el producto de ésta multiplicacion será el sólido *a f*.

Quando las tres medídas lárgo, áncho y álto son iguales como en la figúra 68, entónces el sólido tóma el nombre de cúbo.

Del módo de extraer la raíz cúbica de qualquier cantidad que séa con precision; yá siendo verdadéro cúbo, ó yá que aproxîme si no lo és.

Raíces.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	&c.
Quadrádos.	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	&c.
Cúbos.....	1	8	27	64	125	216	343	512	729	1000	&c.

Toda partída cúbica compuesta de dos números contiéne: primeramente el cúbo del primer número. Item el tríple quadrádo del primer número multiplicádo por el segúndo. Item el tríple del primer número, multiplicádo por el quadrádo del segúndo número. Y finalmente el cúbo del segúndo número.

Exémplo.

Hagámos el cúbo de una cantidad propuésta, y compuesta de dos números qualesquiéra; v. g. 79, por el método ordinario; y despues exâminarémos, si el cúbo de 79 contiéne las cantidades indicádas en ésta tábla.

79
79

711
553

6241
79

56169
43687

493039

Con que el cúbo de 79 és 493039.

Y para justificar la pruéba de ésta cuenta, se háce precíso que ésta cantidad conténga: primero el cúbo de 70, que és..... 343000

Despues del tríple quadrádo de 70, que és 14700 multiplicádo por 9 segundo número..... 132300

Item el tríplo de 70, que és 210, multiplicádo por 81, quadrádo del segundo número..... 017010

Y finalmente el cúbo de 9, que és..... 000729

Considérense éstas quatro partídas que hémos hallado, y reparése que separándolas de tres en tres números, empezándo por la derécha, sálen dos porciones que indícan désde luego que la raíz cúbica que se búsca solo tiene dos números. 493039

343,000
132,300
17,010
,729

y sinó

343,
132,3
17,01
,729

493,039

Observése despues que el cúbo del primer número está contenído en la primer porcion, pues 343 és el cúbo de 7. Se observará tambien que 1323 tríple quadrádo de 7, primer número multiplicádo por 9, que és el segúndo número, está contenído parte en la primera porcion, y parte en la segúnda, pero que solo háy un número en ésta.

Obsérvese asimísmo que 1701, tríple de 7 multiplicádo por 81, quadrádo de 9, tiéne dos números 01, en la segúnda porcion, y los ótros dos 17 en la primera.

Y finalmente se verá, que el cúbo de 9 que ès 729, está contenído totalmente en la segúnda porcion.

Quando una cantidad tiéne quebrádos como ésta $7801\frac{143}{216}$, se débe reducírla toda á quebrádos. Despues extraér la raíz cúbica del numerador, y luego la del denominador. El quebrádo que resultará será la raíz de dícha cantidad.

$$\begin{array}{r} 7801 \\ 216 \\ \hline 46806 \\ 7801 \\ 15602 \\ 143 \\ \hline 1685159 \end{array}$$

Con que el quebrádo del qual se ha de sacar la raíz cúbica es..... $\frac{1685159}{216}$

Para empezar ésta operacion, extraigo

la raiz cúba ó cúbica de.....	1|685|159	
3 triplo quadrádo del 1 primer número...	o 3 : : : : :	119
3 triplo del primer número, multiplicádo	38 : : :	
por 1 quadrádo del segundo.....	3 : : :	
	355 : : :	
Cúbo del segundo número.....	1 : : :	
	354 1 : :	
	3267 : :	
	2745 :	
	2673 :	
	729	
	729	
	000	

119..... raíz cúba de.....	1685159	
6..... raíz cúba de.....	216	
121	33	
3	81	
363	33	
9	264	
3267	2673	

Con que la raíz cúbica de $7801\frac{146}{216}$ és $\frac{119}{6}$ que reducídos á entéros hácen $19\frac{5}{6}$. Y con efecto si se háce el cúbo de $19\frac{5}{6}$ se hallará $7801\frac{146}{216}$.

Yá déxo explicada, aunque abreviadamente la parte de Aritmética mas precísa para un relox. Considéro lo cansado que habrá quedado mi lector en éste tan precíso como enfadoso capítulo; y pues vámos á dár de médio á médio en aquel refrán que díce, *succumbere Scylla*, *volans confugere Charibdem*: porque si penoso há sido éste, no lo és ménos el que sígue de la Álgebra, quiero para divertirle algun poco, poner un par de cuentas, de las que nos tráe Ferrér en su *curioso Arquitecto*: dice en la primera así:

Llégo al Puerto de Cádiz un navío, cargado éntre otras cosas de páxaros de las Canárias. Entrando al navío los páges del Deán y Prebendados, abriéron las jáulas y voláron los páxaros. Llegó la notícia al Capitan, mandó prender los culpados, y que al mercader diésen cumplida satisfaccion de su hacienda, diciendo el número.

Declaró que en seis paxaréras que traía, solo podía decir, que en una púso dos páxaros, y haciendo una progresion aritmética con el número 2 por excéso, hásta el número 6, multiplicándo únos por ótros los números. Ésta fué la cantidad de páxaros que tenía.

2. 4. 6. 8. 10. 12.

Tenía el mercader 46080 páxaros. El précio declaró haber comprado á 2, á 4, á 6, á 8, á 10 y á 12 reales, súman 42, que partídos por 6, sálen á 7 reales cáda páxaro, y su importe 322560 reales.

2
4
8
6
48
8
384
10
3840
12
7680
3840

Páxaros..... 46080
por..... 7 .... reales.

322560

Otra.

Compró uno un olivar por 300 ducádos, con 30 hiládas de olívas, á 30 olívas ó piés cáda hiláda, en que había 900 piés. Díxo á ótro: cómprame las 15 hiládas, con 15 piés, y dáme 150 ducádos. Executóse la venta, y se dió por engañádo el segundo comprador; porque aunque és así que las hiládas fuéron la mitad, pues le dió 15 de las 30, y de los piés le dió tambien 15; pero como en aquél quadrádo 30 por 30 son 900, y 15 por 15 son 225, el segundo comprador no débe mas que la quarta parte de los 300 ducados.

Y és la razon que el ládo de un quadrádo multiplicádo por sí mísmo, és lá raíz de todos los pequéños quadrádos de su superficie quadráda, ó el quadrádo de 30.

Ahóra és así que la mitad de 30 son 15, pero como éste número és la raíz de sí mísmo: multiplicádo solo produce 225, que és su quadrádo como se vé, y és quarta parte de 900.

CAPÍTULO II.

De la Algebra.

El término Algebra náce de ótro Árabe *Algiál Walmukabala*, que significa restituir ó reintegrar. No se duda que ésta ciencia fuése conocída de los antíguos; y que dichos Árabes fuéron los autóres. Pero sin embargo solo se practíca en Europa de 200 años á ésta parte. Unos Re-

ligiosos de la Órden de San Francisco la traxéron del Oriente (1).

Todo el secréto del Algebra está en descubrir cantidades ignoradas, comparándolas con ótras conocídas, haciendo el analísis de las primeras con las segundas.

Sus principios son sumar, restar, multiplicar y partir, como en la Aritmética.

DEFINICION.

En la Álgebra se ponen las cantidades por létras, así como en la Aritmética por números; éstas létras son las del alfabéto, mayúsculas ó minúsculas v. g.

A B C D
a b c d

Las cantidades que dícen las létras únas son positívas, y ótras negatívas; las positívas llévan ésta señal ó sígno +, que quiere decir más v. g.

$a + b$

dicen éstas létras *a* mas *b*, ésto és, que si *a* és 8, y *b* 4 valdrán 12. Y al contrário las negatívas tiénen ésta señal ó sígno —, que díce ménos v. g.

$a - b$

lo que significa que si la *a* vále 8, y la *b* 4, dícha *a* valdrá solo 4, pues le quita la *b* los ótros 4.

Quando alguna létra no tiéne ántes de sí algun sígno de los dichos, se la supondrá tener el sígno + v. g.

(1) Varios autores hán escrito de Algebra, como son Diophanto, Lucas de Burgo, Cardano, Bombelli, Ozanam, y ótros.

$$+a+b$$
$$+a-b$$

quiero decir que el sígno + y el — és lo própio que si se sumásen, ó restásen las bées de las áes. Y así siempre qué háya el sígno positívo + és lo mísmo que sumar las dos cantidades, y en habiendo el negatívo, que restárlas; aún siendo las cantidades lo mísmo, los sígnos las hácen variar. Para mayor inteligéncia lo pondré por números. Séa *a* lo mísmo que 4, y *b* lo própio que 2 de ámbos cásos.

4 + 2 son 6 4 — 2 son 2

ésto és, que 4 y 2 son 6. Y que quitando de 4 dos, quédan 2.

Las cantidades negatívas son ménos que céro, porque si una persona tiéne 4 reales, y débe 5, tendrá una unidad ménos que náda, y así se escribirá 4 — 5.

Para comparar los números y cantidades, se ponen por létras, v. g. *a*, ó *b*, ó *c*, ó qualquiera ótra para indicar por éllas mil ó dos mil piés, ú ótra cantidad ó número.

Y así se lláma cantidad literal toda cantidad puesta por létras, y cantidad numérica la puesta por números.

Toda cantidad á quien el sígno + ó el — no úna, ó sepáre algunas partes, será tambien llamada cantidad absolúta ó incompléxa, como v. g. la cantidad positíva + *a*; ó la negatíva — *a*; todas las demás se llamarán incompléxas.

Llámase unidad numérica 1, la de quien divérsas uniónes forman divérsos números. Y unidad arbitraria *a*, la cantidad que se determina por élla, para compararla por sí mísma, como á la únidad ciertas cantidades, del mísmo género que élla.

La cáusa de éstas observaciones literales se conocerá

mas claramente, por los grandes socórros que se pueden sacar de éstas proposiciones literales, cúyos úsos nos las descubrirán mas distintamente.

PROBLÉMA I.

Para sumar cantidades imcompléxas, y reales.

Operacion.

El módo és escribirlas consecutivaménte, y precedídas cáda una de su sígno +, excépto el primer término.

Corolário.

Para sumar las dos cantidades a y b se escribirá $a + b$. Para sumar las cantidades $a\ b\ c\ d$ se pondrá $a + b + c + d$. Para sumar a y a, por ser de una mísma espécie, y estár con una mísma létra, se escribirá $2\ a$. Y para sumar $2\ a$ y $5\ a$, se pondrá por la mísma razon $7\ a$.

PROBLÉMA II.

Para quitar las cantidades incompléxas, las únas de las ótras, quando son ámbas verdaderas.

Operacion.

Para restar las únas de las ótras, se escribirán consecutivaménte, precedídas cáda úna de su sígno — excépto la primera, porque en ésta se supone: escribiendo despues las que se han de quitar de las anteriores, precedídas tambien cáda úna del sígno —.

Corolário.

Para quitar la cantidad b de la cantidad a, se escribirá $a - b$; y para quitar las cantidades d y e de las a b y c, se pondrá $a + b + c - d - e$. Para quitar a de 2 a se pondrá la a, ó simpleménte 1 a, por ser cantidades de una espécie; con que quiéro decir, que si á la cantidad de a tomada dos veces, se le quitó úna, quedó ótra

PROBLÉMA III.

Sumar muchas cantidades compléxas júntas.

Operacion.

Se escribirán consecutivaménte todas las cantidades, precedídas de su sígno + ó —, y si alguna se halláse muchas veces con un mísmo sígno, no se pondrá sinó una con el sígno que tenga, poniendo delante el número de veces que esté en la súma; y si se halláse alguna, que estuviése tambien repetídas veces, báxo de divérsos sígnos, se restará tantas veces como esté igualménte con los sígnos + ó —, y se escribirá el résto con su sígno v. g.

$$\begin{array}{r} a+b \\ c+d \\ \hline a+b+c+d \end{array}$$

Para sumar $a - b$ y $b + c$, será la súma $a + c$, sin poner ninguna b, porque $+b$ y $-b$ quitada úna de ótra no quéda ningúna, luego será solo el $a + c$. Asimis-

mo para sumar $3a - 2b$ y $4b - a$, será $2a + 2b$, porque $3a - a$ quedará solamente $2a$, y $-2b + 4b$, ó al contrário $4b - 2b$ quédan $2b$. Séa la súma.

$$\begin{array}{r} 6a - 5d + e \\ 3b + 7e - 8a \\ \underline{7e - 9d - 3f} \end{array}$$

Empezaré á hacer la súma, ó por la b ó por la e, porque éstas létras se quédan con los sígnos positívos, ésto és, con el $+$, y siempre se há de procurar, que el primer término de la súma v. g. $3b$ páse á la a, y hállo $6a - 8a$, las que quitadas las 6 de las 8 por ser negatívas, pues tiénen el sígno ménos, me quédan todavía $-2a$: vóy despues á la d, y teniendo úna que és $-5d$ y ótra $-9d$, las súmo por ser negatívas, y las póngo con su sígno $-14d$. Páso á la e y hállo $+e + 7e + 7e$, las que súmo por tener un mísmo sígno, y serán $+15e$. Vóy últimamente á la f, y por ser sola la pongo como está. Con que será la súma.

$$3b - 2a - 14d + 15e - 3f$$

DEMOSTRACION.

El sígno $+$ se lláma positívo, y ésto és lo mísmo que decir que aquéllas se hán de sumar. Y el sígno $-$ és negatívo, y és el que se há de restar de los positívos: con que hécha la súma de todos los positívos de una espécie ó una létra, se quitarán los negatívos de la mísma létra ó espécie: si el résto fuére de los positívos se pondrá el sígno $+$, y si és de los negatívos el $-$, como déxo explicado.

PROBLÉMA IV.

Restar una cantidad compléxa de ótra compléxa ó incompléxa.

Corolário.

Se cambiará el sígno — en el signo +, y al contrário el + en ménos de la cantidad que se réste, y escríbánse las cantidades consecutívas, del própio módo que en la súma v. g. Para restar la cantidad $b + c$ de la cantidad a, se cambiarán los sígnos, y se pondrá $a - b - c$. Para restar la cantidad $d + e$ de la cantidad $a + b + c$, se tomará $- d - e$ en lugar de $d + e$, y se pondrá $a + b + c - d - e$.

Réstar mas cantidades v. g.

$$\begin{array}{rl} \text{de.....} & 13a + 9b + 12c \\ \text{quitar...} & \left\{ \begin{array}{l} 10c - 8a + b \\ 3b + 12a - 6c \end{array} \right. \\ \hline & 9a + 5b - 4c + 12e \end{array}$$

Para executarlo se pondrán las tres cantidades de arriba, y las seis de abáxo cambiando los sígnos, y será.

$13a + 9b + 12e. - 10c + 8a - b - 3b - 12a + 6c.$

Júntense $+ 13a$ y $8a$ que sumádos serán $21a$: réstense las $- 12a$, y quedarán $+ 9a$. Pásese despues á juntar $+ 9b - b - 3b$: sumando las dos negatívas, serán $4b$, que restadas de $+ 9b$ quedarán $+ 5b$. Réstese despues $- 10c$ de $6c$, quedarán $- 4c$. Pónganse los $+ 12e$

como está por ser solo, y se tendrá la cantidad de arriba.

Ótro exémplo mas largo.

$$\begin{array}{r} 1238a + 4563b - 2528c + 3640e \\ \left\{\begin{array}{r} 3452c - 1845b - 2665a - 753e \\ 635a + 953b + 197c + 1549e \end{array}\right. \\ \hline 3268a + 5455b - 6177c - 2844e \end{array}$$

Los pongo como las ótras, mudando los sígnos, y será. $1238a + 4563b - 2528c + 3640e - 3452c + 1845b + 2665a + 753e - 635a - 953b - 197c - 1549e$.

Súmense las dos partídas positívas $+ 1238a$ y $+ 2665a$ que será $+ 3903a$. Réstese la negatíva $- 635a$, y quedará $+ 3268a$. Despues se sumarán las ótras dos cantidades de $+ 1845b + 4563b$ que serán $+ 6408b$. Réstese la negatíva $- 953b$, y quedará $+ 5455b$. Júntense las tres cantidades de c que serán $- 2528c - 3452c - 197c$. Súmense por ser todas negatívas, y será el prodúcto negatívo $- 6177c$. Pónganse las dos cantidades positívas de e, y súmense $+ 3640e + 753e$ que será $+ 4393e$: réstese la negatíva $- 1549e$, y quedará $+ 2844e$. Cúya cantidad és la propia que arríba.

PROBLÉMA V.

De la multiplicacion de las cantidades literales.

Corolário.

Si se multiplícan dos cantidades positívas que ámbas téngan el sígno $+$: ó bien dos negatívas con el sígno $-$, la

multiplícacion ó el producto deberá siempre tener el sígno —.

Por exémplo si 2 y 4 son positívas, que ámbas téngan el sígno +. Como la raíz positíva de 2 y 4 contiéne positivaménte la 1 dos veces, ó 4 veces: la raíz positíva + 4 ó + 2 deberá estár contenída en el 8, ótras tantas veces, v. g. + 8.

	+ 1	+ 2	
	+ 1	+ 2	
+ 1	+ 1	+ 2	+ 4
+ 1	+ 1	+ 2	+ 4
+ 2	+ 4	+ 8	+ 8

Corolário.

Quando se ha multiplicádo una létra por un número, por no duplicarlo se pone el número delante de élla, que querrá decir, que está multiplicada por aquél número v. g.

$$\begin{array}{r} y \\ 4 \\ \hline 4y \end{array}$$

Para multiplicar una cantidad por ótra, se pondrá como están v. g.

$$\begin{array}{r} a \\ e \\ \hline ea \end{array}$$

Y dice que la *a* está multiplicáda por la *e*, ó que la *a* está contenida en la *e* tantas veces como tiéne unidades la:

e. Pero si las dos cantidades estuviésen expresadas con una mísma letra, para abreviar será y^2, ésto és, multiplicáda por sí v. g.

$$\begin{array}{r} y \\ y \\ \hline yy \text{ . ó } y.^2 \\ y \\ \hline yyy \text{ . ó } y.^3 \\ y \\ \hline yyyy \text{ . ó } y.^4 \end{array}$$

Por lo que se vé que conforme se multiplícan se ván aumentando los números. Y para abreviar será mejor poner éstos encíma de la letra, que dice por quien se han multiplicádo. Pero és de advertir la mucha diferéncia que háy de ésta expresion y^2 á la $2y$; pues aquélla dice multiplicacion, y ésta súma, ó $y + y$. De suerte que si se tóma y por 9, el valor de $2y$, será dos veces 9 ó 18. Pero yy valdrá 9 veces 9 ú 81. É igualmente $3y$ será 27 é y^3 valdrá 9 veces 9 veces 9 ó 729 v. g.

Multiplicacion.		*Suma.*	
y	9	y	9
y	9	y	9
yy	81	$2y$	18
y	9	y	9
$y.^3$	729	$3y$	27
y	9	y	9
$y.^4$	6561	$4y$	36

Corolário.

Si se multiplíca y por x, y el prodúcto $y\,x$ por e, saldrá el própio que si se multiplíca $y\,x$ por e, y al contrário $x\,e$ por y.

x	5	x	3
y	3	e	4
$x\,y$	15	$e\,x$	12
e	4	y	5
$e\,x\,y = =$	60	$y\,e\,x = =$	60

Corolário.

Si la cantidad g está justamente tantas veces en la cantidad y como háy unidades en la cantidad e, la cantidad y és la mísma que el prodúcto $e\,g$ ó $g\,e$ del número e por la cantidad g, ó la cantidad g por la de e, pues éste prodúcto contiene igualmente $e\,g$ tantas veces como háy unidades en e v. g.

$g = 5$ está 4 veces en $y = 20$ como la 1 en $e = 4$

$g = 5$ está 4 veces en $e\,g = 20$ como la 1 en $e = 4$

Corolário.

Si la cantidad g está justamente tantas veces en la cantidad y, como háy unidades en la cantidad e; y tambien ótras tantas veces en la cantidad x como háya unidades en d, el prodúcto de ámbas cantidades $x\,e\,y$, será indiferentemente $x\,y$ ó $y\,x$, y por consiguiente serán iguales y y $e\,g$, y por consiguiente $x\,y$, $g\,d$, y $d\,g$; y tambien el prodúcto $x\,y$ de la primera y ó $e\,g$, por la segunda x ó $d\,g$, lo mísmo que el prodúcto $g\,d\,e\,g$ v. g.

g	5	g	5
e	4	d	3
eg	20	dg	15
gd	15	ge	20
$gdeg$	300	$gedg$	300

$g = 5$. 4 veces en $y = 20$. como 1 és en $4 = e$.
$g = 5$. 3 veces en $x = 15$. como 1 és en $3 = d$.

PROBLÉMA VI.

Multiplicar una cantidad compléxa por ótra.

Operacion.

Multiplíquese cada parte de la úna por cada parte de la ótra: los sígnos por los sígnos: los números por los numeros; y las letras por las letras, y juntando todos los diversos productos, la súma entéra és el prodúcto de las cantidades propuestas v. g.

Exémplo de solas letras.

Para multiplicar $a + b$ por c, se dirá a por c dá ac, lo póngo: y b por c dará bc: póngolo y estará concluido [1].

$$\begin{array}{r} a + b \\ c \\ \hline ac + bc \end{array}$$

(1) Esto és, que quedará concluída la operacion, sumando dichos productos.

Para multiplicar $a + b + c$ por c, siguiendo la mísma régla será.

$$\begin{array}{r} a+b+c \\ c \\ \hline ac+bc+cc \end{array}$$

Para multiplicar $a + b$ por $c + d$ será.

$$\begin{array}{r} a+b \\ c+d \\ \hline ac+cb+ad+db \end{array}$$

Para multiplicar ménos por ménos, v. g. $a - b$ por $c - d$, a por c és ac, póngase lo que és mas, pues ámbas letras son positívas: pásese á mas c por ménos b, y será $- cb$, multiplíquese despues $- d$ por $+ a$, que tambien és ménos; con que és $- ad$. Despues $- d$ por $- b$ que son $+ db$, el qual será todo el prodúcto v. g.

$$\begin{array}{r} a-b \\ c-d \\ \hline ac-cb-ad+bd \end{array}$$

Exémplo con números y letras, que se hará lo propio multiplicando los números como las letras. En lo demás se observará lo mísmo: advirtiendo que en éstas multiplicaciones de Álgebra, és mas cómodo empezar por la izquierda, para poder colocar mejor las cantidades. Pues como núnca se lléva nada de una cantidad á ótra, és el módo mas fácil, aunque indiferénte. Con que siempre que las cantidades téngan éntre sí alguna diferéncia en las letras, aunque los sígnos séan encontrados, se deberán poner ca-

da úna de por sí. Pero teniendo los sígnos encontrados, ó iguales con la propia cantidad, se pondrá úna debáxo de ótra; ó bien para sumarla, siendo semejantes los sígnos, ó para restarla, si son desiguales v. g.

$$\begin{array}{r} 2ab + 3bb \\ 5ab + 8bb \\ \hline 10aabb + 16ab.^3 \\ \quad + 15ab.^3 + 24b.^4 \\ \hline 10aabb + 31ab.^3 + 24b.^4 \end{array}$$

Otro.

$$\begin{array}{r} 3aa - 6ab + bb \\ 4aa + 6ab \\ \hline 12a^4 - 24a^3b + 4aabb \\ \quad + 18a^3b - 36aabb + 6ab.^3 \\ \hline 12a^4 - 6a^3b - 32aabb + 6ab.^3 \end{array}$$

Corolário.

Si se multiplican dos cantidades iguales ab por c, los prodúctos ac, bc son iguales. Porque si $a = b$ segun suponémos, podémos poner en qualquiera de dichos prodúctos a en lugar de b, ó b en lugar de a: luego en el prodúcto ac podémos poner b en lugar de a, y será bc, pero éste prodúcto és igual con el ótro, luego ac y bc son iguales.

$$\begin{array}{r} a = 4 \\ c = 2 \\ \hline ac = 8 \end{array} \qquad \begin{array}{r} b = 4 \\ c = 2 \\ \hline bc = 8 \end{array}$$

en donde se vé que $a\,c$ y $b\,c$ son iguales.

Si $a > b$ [1] será $a\,c > b\,c$, porque si supóngo d la diferéncia, será $b + d = a$: con que substituyéndo dicha cantidad en lugar de a, será $a\,c = b\,c + d\,c$, en donde vémos que la cantidad $a\,c$, lléva á la $b\,c$ la cantidad $d\,c$, luego será mayor.

$a = 6$	$b = 4$
$c = 2$	$c = 2$
$a\,c = 12$	$b\,c = 8$

bien cláro se manifiesta que $a\,c$ és mayor que $b\,c$, pues 12 és mayor que 8 [2].

PROBLÉMA VII.

Para partir una cantidad incompléxa, por òtra compléxa, teniendo solo letras.

Operacion.

Se quitarán las letras que háya en el divisor y dividéndo iguales, y las ótras se pondrán en el cóto, precedidas del sígno que les corresponda v. g.

Para partir $a\,b$ por b quitando la b del dividéndo, quedará a por exponénte ó cóto.

$$\begin{array}{r|l} a\,b & a \\ \hline b & \end{array}$$

(1) Este signo $>$ quiere decir mayor, y así se dice si $a > b$ será $a\,c > b\,c$; ésto és que si a és mayor que b, $a\,c$ será mayor ó de mas cantidad que $b\,c$.

(2) Vease Newton, Rusel, Bails, y otros.

Y és la razon, porque $a\,b$ és un prodúcto, en el qual está contenida la b tantas veces quantas esté la unidad arbitrária en a. Luego a és el exponénte de la division de $a\,b$ por b (1).

Para partir $-a\,b$ por $-b$ el exponente será $+a$.

$$\begin{array}{l} -a\,b \\ -b \end{array} \Big\lfloor \underline{+a}$$

por la razon yá demostrada. Y lo mísmo será.

$$\begin{array}{l} +a\,b \\ +b \end{array} \Big\lfloor \underline{+a}$$

PROBLÉMA VIII.

Para partir quando preceden números á las letras.

Operacion.

Pártanse los sígnos por los sígnos, los números por los números, y las letras por las letras v. g.

Pártase $6\,a\,a$ por $3\,a$: para ésto se dividirá $+6$ por $+3$, cábe á $+2$: póngase en el cociente. Pásese á las letras, y saldrá a que júnto és así.

$$\begin{array}{l} 6\,a\,a \\ 3\,a \end{array} \Big\lfloor \underline{2\,a}$$

Para dividir $15\,a\,a\,a$ por $5\,a$, será el exponente $3\,a\,a$, porque 3 és el exponente de 15 por 5, y siendo el divisor de a, deberá ser el cóto $3\,a\,a$ v. g.

(1) Si se quiere dividir ab por a, podémos ponerlo en forma de quebrádo, y será $\frac{ab}{a} = \frac{a}{a} \times b$, pero como $\frac{a}{a} = 1$, será $\frac{a}{a} \times b =$, $1 \times b = b$.

$15aaa \mid 3aa$

$5a$

PROBLÉMA IX.

Para dividir una cantidad compléxa por ótra qualquiera.

Operacion.

Divídase el dividéndo por el divisor: el prodúcto póngase en el cóto: Multiplíquese éste por el divisor; y réstese del dividéndo, y así hásta concluir. Lo qual no tiene en la práctica mas ni ménos, que el partir por números. Los exémplos los harán mas cláro.

Para partir $ac + ad$ por $c + d$, pondré éste debáxo del cóto, y diré ac partído por c me queda la a: póngola en el cóto con el sígno $+$, por ser ámbos positívos v. g.

$$ac + ad \mid a$$
$$-ac - ad \qquad c + d$$
$$0 \quad 0$$

Multiplíco la a del cóto por la c, y me produce $ac + ab$, que restadas de la $ac + ad$, quéda nada en el dividéndo. Póngo céros debáxo, y está concluída la operacion. Bien entendído que la multiplicacion que se pone debáxo del dividéndo, há de ser con los sígnos negatívos, pues se hán de restar de la ótra cantidad, y como yá se há dícho en el restar, que se deben cambiar los sígnos, así se opéra en éste, porque el prodúcto sale con el sígno $+$, y se póne por menor así $-$.

Para partír $a^3 - b^3$ por $a - b$; dígase a^3 dividído por a el exponénte és á a, que se pondrá en el cociénte; y

multiplicando $a - b$ por $a\,a$, dará $a^3 - a\,a\,b$, la que restándola de $a^3 - b^3$, será el resíduo $+ a\,a\,b - b^3$. Despues dígo $+ a\,a\,b$ dividído por a, le cábe $a\,b$, las que multiplicádas por $a - b$, será $a\,a\,b - a\,b\,b$, que restadas de $a\,a\,b - b^3$ será el nuevo resíduo $a\,b\,b - b^3$, el que partído por los mísmos $a - b$, ó por el a quedará $b\,b$, el que multiplicádo és $+ a\,b\,b - b^3$, que restádo nada queda. Luego partiendo $a^3 - b^3$ por $a - b$, les tóca $a\,a + a\,b + b\,b$ por exponente v. g.

$$
\begin{array}{lll}
 & a^3 - b^3 & \underline{\big|\, a\,a + a\,b + b\,b} \\
 & -a^3 + a\,a\,b & a - b \\
\text{résto} & a\,a\,b - b^3 & \\
 & -a\,a\,b + a\,b\,b & \\
 & 0 & \\
\text{résto} & a\,b\,b - b^3 & \\
 & -a\,b\,b + b^3 & \\
 & 0 \quad\quad 0 &
\end{array}
$$

Corolário.

Si dos cantidades desiguales B y C se parten por una mísma G, y que B séa mayor, el primer cóto D será tambien mayor que el segundo E v. g.

$$
\begin{array}{ll}
B = 8^\circ \;\underline{\big|\, 4 = D} & C = 6^\circ \;\underline{\big|\, 3 = E} \\
G = 2 & G = 2
\end{array}
$$

DEFINICION.

Se llamará generalmente cantidad lineál toda cantidad que no se concíba, ó considere como prodúcto de ótras v.g.

La cantidad a, y tambien éstas $a + b$ y $a - b$. Se dirá tambien que el prodúcto de dos cantidades, és un plan [1] de una de éllas: así como el 6 és un plan del 2 tres veces, y por lo consiguiente $a\,b$ será tambien plan de la a las veces que denóte b. Y tambien $a\,b\,c$ de $a\,b$ y c, ó de $b\,c$ y a, ó $a\,c$ y b: las que se llamarán cantidades plánas, ó de dos grádos.

Generalmente será toda cantidad concebída báxo de cáda sígno, compuesta de dos cantidades, v. g. $a\,b + c\,d$, y la $a\,b - c\,d$, como tambien $a\,b$. Y el prodúcto que sále de la multiplicacion de úna cantidad plána, por ótra lineál se lláma sólido; y se dirá generalmente, que una cantidad és sólido, ó de tres grádos, lo que está compréndido en cáda sígno, y se considéra un prodúcto de una cantidad plána por otra lineál, v. g. 30 és un número sólido, si se considéra como un prodúcto del plan 6, por el lineál 5, ó como igual á 2 veces 3 que son 6, y 5 veces 6 serán los 30. Así $a\,b\,c$ será un sólido de las cantidades a, b, c, ó de las cantidades plánas $a\,b$ por c &c.

Sursólido será el que názca de tres multiplicaciones, así como el sólido náce de dos: y se llamarán sursólidos, las cantidades que estén báxo de los sígnos + ó — que seán un prodúcto de quatro cantidades lineáres v. g. $a\,b\,c\,d + b\,e\,f\,g$.

Llamáranse tambien cantidades de cinco grádos, ó de 7 ó de 8 (ó de las que se quieran), toda cantidad que esté puesta con su sígno, considerada como un prodúcto de 5 líneáres, ó de 6, ó de 7 &c.

(1) Este término *plan* de que me sírvo, por ser mas breve, és el que los matemáticos llaman *repetida adiccion*.

Corolário.

Se puede considerar tambien un primer número, ó una mísma cantidad, ó como lineár, ó como un plán, ó un sólido, ó un sursólido &c. El número 144 como lineár, como plán de dos números así 1, 144, de dos y 72, ó tres y 48, así los demás, y como un sólido, ésto és, de tres, así 1, 2, 72, ó 2, 2, 36, ó 2, 3, 24, ó 2, 4, 18, ó 2, 6, 12 &c. Y como un sursólido de quatro así 1, 2, 3, 24, ó 2, 2, 3, 12, ó 2, 2, 4, 9 &c. como un número de quinto grádo así 2, 2, 3, 3, 4, ó 2, 2, 3, 3, 6 &c., y así los demás, que solo és buscar aquéllos números, que multiplicádos tantas veces, hágan el plán compléto v. g. El último de cínco números compóne el plán 144, de éste módo.

2
2

4
2

8
3

24
6

144

De la composicion y rebolucion de las poténcias.

Llamarémos poténcia simple (ó lineár) toda cantidad considerada como lineár. Y todo producto de una cantidad por élla mísma se llamará quadrádo, aunque algunos

la lláman primera poténcia. Pero para mejor inteligéncia, dirémos que és segunda poténcia v. g. el plan, ó el 4 prodúcto de 2 por 2, será éste quadrádo 4 de la raíz ó lado 2. Y 144 el quadrádo de 12, y por consiguiente su raíz el 12. Y tambien *b b* el quadrádo de *b*. Y *b c b c* el quadrádo de *b c*, y ésta su raíz, como asimísmo segunda poténcia.

El prodúcto de una cantidad, por su raíz se lláma cúbo ó tercera poténcia, v. g. 8 és el cúbo de 2, porque multiplicádo dos veces háce 8 v. g.

2
2
4 raíz quadrada.
2
8 cúbo

Así b^3 quiere decir la *b* multiplicáda por sí 2 veces v. g.

b
b
b b quadrádo
b
b b b = ó $b.^3$ cúbo

b c, *b c*, *b c* és el cúbo de *b c*. Y $b^6 c^3$ el cúbo de *b b c*.

El prodúcto que sále de la multiplicacion del cúbo por su mísma raíz, ó el quadrádo por su quadrádo, se lláma quadrádo de quadrádo, ó quarta poténcia, v. g. 16 és el quadrádo quadrádo de 2. Pues multiplicándo el 2 por sí son 4, y éste otra vez por el 2 son 8, y éste tambien por el 2 son los 16, ó quarta poténcia. Y el 81 és el del 3, pues multiplicándo éste del própio módo, y las mísmas ve-

ces sále el 81. Y b^4 és la quarta poténcia de b. Y $b^4 c^4$ la quarta poténcia de bc. Y $b^{12} c^4$ és la quarta poténcia de $b^3 c$. Y b^5 és la quínta poténcia. Y b^6 la séxta. Tambien b^6 és la quadráda del cúbo b^3 ó el cúbo del quadrádo $b\,b$, que tambien se puede llamar el cúbo del quadrádo b. Y b^8 és la octava poténcia de b, y tambien el quadrádo de 6^4 ó el quadrádo del quadrádo de b. Y b^9 és la novéna poténcia de b, y tambien el cúbo del cúbo b. Y así las demás, como b^{10} décima poténcia &c.

Gracias á Dios que mi lector há salído yá de la penosa Álgebra, y de los engorrósos quebrádos de la Aritmética. La Geometría és mas fácil, y los demás capítulos que me faltan tambien. Pero si se háce cargo que todas éstas partes de la Matemática, no solo le habilitan para la reloxería, si tambien para otros muchos asúntos, conocerá quan superior se hallará á muchos reloxeros. Y en el fruto de sus estúdios verá la recompénsa.

Pero porque no díga, que trás de un capítulo enfadóso, le fatígo con un sermon, quiero para divertírle ponérle una cuenta que dos vinateros hiciéron en un camino: aunque tambien tratan de élla el Bachiller *Móya* y *Corachán*.

Juntáronse dos vinateros de acuérdo para ir á una féria á vender su vino, con condicion que á la vuelta repartirían el vino que les sobráse, y tambien el dinero del que se hubiese vendido.

Cáda úno llevába ocho arróbas. Fué el úno tan desgraciádo que ninguna vendió. Y al contrario, el ótro despachó las ocho. De vuelta á su lugar tuviéron una desazon, y conviniéron en separarse. Quisiéron repartir el vino; pero la dificultad estába en que las ocho arróbas

las tenía el úno todas en un cuero; y el ótro las había llévado en dos pellejos, que aunque estaban vacíos, éra el uno de 5 arróbas y el ótro de 3. Pues vamos á que sin Aritmética ni Álgebra midiéron su vino con los dos pellejos vacíos, quedando cáda qual con partes iguales; y fué de éste módo.

Llenáron de vino el pellejo de tres arróbas, y lo vaciáron en el de cínco. Volviéron á llenar el de tres, y le vaciáron tambien en el de cínco. Pero como yá éste tenía tres arróbas, no cabían mas que dos, y quedó una de sóbra en el pellejo de tres. Ahóra con ésta sola arróba yá tenían la cuenta hecha: pues el de las cínco arróbas lo vaciáron en el grande de las ocho. Y luego la arróba que les había quedado en el de tres la echáron en el de cínco. Despues volviéron á llenar el de tres, y habiéndole vaciado en el de cínco, como yá éste tenía una, se juntáron en él quatro arróbas; y en el grande solo quedáron ótras quatro de vino. El dinéro les fué fácil repartírlo, y á mí el concluir aquí éste capítulo.

CAPÍTULO III.

De la Geometría.

Se discurre que ésta ciéncia túvo su orígen en Egipto. El Padre *Presteto* és de sentir que los de aquél país la heredáron de Abrahám. Ótros quieren vénga de Noé, supuesto que la Árca estaba fabricáda con proporcionádas medídas. Éllo és cierto que *Thalés* tráxo de Egipto á Grecia la Geometría, pues los Sacerdotes de Mémphis se la

habían enseñado; pero ésta éra una Geometría usúal y de práctica. Thalés se aplicó tanto á élla, que él mísmo descubrió las 5, 15 y 25 proposiciones que están en el libro primero de Euclídes, y la 31 del tercer libro. Y *Próclo* dice que su indústria en medir las Pirámides, fué cáusa de la 4 proposicion del libro séxto.

En éste mísmo tiempo nació en Sámos el célebre *Pitágoras*. En su juventud le envió su tío á aprènder con Thalés, que se hallába entónces en la Asia Menor. Hízo tan rápidos progrésos, que empezó en bréve á sobrepujar á su maestro, de cúyas resúltas éste le aconsejó se fuése á perfeccionar con los Sacerdotes de Mémphis. Pero apénas llegó *Pitágoras* conoció que los que debían ser sus maestros no le igualában. Y así adelantando con sus mísmas observaciones, descubrió dos grandes proposiciones: la úna és la 32, y la ótra la 47 del libro priméro de los eleméntos de Euclídes. Estúvo Pitágoras tan satisfecho de ésta última (que és el *triángulo rectángulo*) que de conténto sacrificó cien bueyes en agradecimiento á los dioses. Hécho ésto, fué el priméro que púso escuéla de Geometría. No quedó su trabájo sin recompénsa, pues por mandado superior se hiciéron por entónces medállas con su retráto. Tomó aquélla gente tanto gusto en la Geometría, que cáda úno se aplicába á aprendérla, y tanto que dice la História, que habiendo naufragádo el Filósofo *Aristípo* junto á una desierta y escabrósa Isla, donde ninguno se atrevía á abordar, reparó que había en la aréna trazádas unas figúras geométricas, y empezó á dár voces á los que tambien se libráron con él, diciendo: *vestígia hominum agnosco.*

Hásta aquí toda la Geometría éra verbal; pero *Hipócrates de Scío* despues de habérla enriquecido con el descubrimiento de la quadratúra de la Lúnula, y reconocído que se podía doblar un cúbo con dos médios proporcionales éntre dos líneas dádas, escribió elementos de Geometría; con cúyo exémplo su amigo *Demócrito*, y los discípulos de Pitágoras escribiéron de la *esféra*, *de las líneas irracionáles*, *de los sólidos* &c.

Platón, discípulo de *Hipócrates*, habiendo establecido una escuéla de Filosofía, no recibía discípulo alguno sin que primero hubiése estudiado la Geometría.

León, discípulo de *Neóclis*, escribió tambien de Geometría, aún con mas acierto que *Hipócrates*.

Ótros muchos se distinguiéron tambien en aquéllos tiempos (cúya narracion me alargaría mucho), como son *Archítas de Taranto*, *Aristéo*, *Gemíno*, y finalmente *Euclídes*, natural de Alexandría.

Hásta aquí fué la primer Éra de la Geometría. La segunda empezó en tiempo de *Archimédes*, por *Erastótenes*, por *Theofrástes*, discípulo de *Aristóteles*, que escribió quatro libros *Historiarum Geometricarum*, y úno de *líneis individuis*, por *Appolonio* y ótros. Hásta que finalmente añadiendo la Álgebra á la Geometría, quedó ésta ciéncia perfecta.

Confiéso el amor que siempre la hé tenido; por lo que deseándo que mi lector se inteligéncie de algun módo en élla, cómo podrá hacérlo, con los capítulos que déxo escritos de Aritmética y Álgebra, para poseér con mas fundaménto el arte de la reloxería, escríbo éste, en el que no guardaré el método que ótros autores, pues solo expondré

aquéllas proposiciones, que le puédan ser mas útiles para adquirir un total conocimiento en dicho arte.

La Geometría, además de sus muchas partes, contiene tres que son las que necesitámos en éste Tratádo; és á saber, la *Altimetría*, *Planimetría* y *Stereometría*. La *Altimetría* sírve para medir altúras. La *Planimetría* enséña á conocer lo contenido en todas las superfícies plánas; y la *Stereometría* dá el módo de medir los sólidos. Ésta que és la Geometría-práctica empieza de éste módo.

El punto és la cosa mas diminúta de todas, y no tiene extension.

La extension se considéra con tres propiedades, que son lárgo, áncho y profúndo: aunque tambien puede tener sólas dos, ó tal vez úna v. g. la línea que ni tiene anchúra ni profundidad.

La extension compuésta de áncho y lárgo, se llama superfície. En la figúra 67, lámina 15, aquél quadrádo superior que se vé con las letras *a e f d*, és una superfície. Lám. 15. Fig. 67.

La extension miráda con dichas tres propiedades és un sólido, como és la figúra 68. Fig. 68.

Aunque no háy cuerpo sin éstas tres, sin embárgo se puede úno imaginar cáda úna en particular. Por exémplo quando se hábla de la distáncia de una Ciudad á ótra, como de Madrid á Bilbáo, no se imagína algun áncho en ésta distáncia, sí solo el lárgo que míde la que háy de úna á ótra. Y lo mísmo quando se hábla de un espéjo, se díce tiene tantos piés de álto, y tantos de áncho, sin reparar en el gruéso, pero sí en la superfície. Y lo própio sucede explicando el lárgo y áncho de un jardín. Pero si se tráta

de un cuerpo, como supongo una mésa, se observa su lárgo, áncho y álto.

De las perpendiculares y oblíquas.

Séa récta ó cúrva la línea, se débe considerar como una cantidad de púntos puestos, úno, y despues ótro, y luego ótro; y así hásta el fin de élla, unídos únos á ótros.

Algúnos maestros de Geometría solo dícen, que se tirará una perpendiculár, sin decir el cómo, y algunos pobrétes se quédan en ayúnas. La figúra 69 demuéstra, que se pone el compás en el púnto *a*, y se trázan dos porciones de círculo *d* y *c*, y désde el púnto *b* se trazarán ótras dos, de suerte que se crúcen en *d* y *c*. Los púntos donde éstos círculos se crúzan se llámaп púntos de interseccion. Désde el úno al ótro tírese la línea *d c*; y entónces la porcion ó parte désde *d* hásta *e* será una línea perpendicular, tiráda sóbre la línea *a b*.

Lám. 15. Fig. 69.

Ténga cuidado el lector, que con ésta proposicion puede adelantar un buen espácio en la Geometría. Pues de aquí puéde determinar ótras, v. g. las líneas *d e b* és úna esquádra perfécta. El ángulo *a e d* és igual á el ángulo *e b d*. La línea *f e* és úna línea oblíqua. La línea *y g* és perpendicular á la línea *f h*. Si éstas ocho líneas *d y a h c g b f* son exâctamente del mísmo lárgo, y de éste mísmo módo trazádas á iguales distáncias, se tendrá tambien trazádo un piñón de 8; y finalmente ótras muchas líneas se pueden tirar, que por no confundir ésta figúra, déxo su explicacion para ótras.

La línea *míxta* és en parte récta, y en parte cúrva co-

mo lo demuéstra la línea *o n*, figúra 71. Lám. 15.

Hay tres géneros de superfícies, és á saber, plánas, cúrvas y míxtas. Fig. 71.

La superfície *plána* és la que todas sus partes son perfectamenre iguales, sin que úna levánte mas que ótra, formándo por todos ládos un pláno tan á nivél como el de un espéjo regular.

La superfície *cúrva* és aquélla, cúyas partes están desigualmente puestas en razon de un pláno, así como la mitad de una bóla.

La superfície cúrva puede tambien ser *cóncava* ó convéxâ: un huébo partido por médio y vacío, puésto derécho en la mano, el pedazo de cáscara de encíma és cóncavo déntro y convéxô por fuéra, y el de debáxo és convéxô por fuéra &c., de suerte, que las dos mitades, la que está boca abáxo, tiene lo convéxô por címa, lo cóncavo por báxo: y al contrario la mitad que está boca arríba.

La superfície míxta és la que és en parte plána, y en parte cúrva.

Qualquiera sábe, que poniendo una púnta de un compás sóbre un papel, y llevándo la ótra alrededór, hásta que se restitúya al púnto en que se comenzó, se tráza un *círculo*, figúra 72. Éste tiéne tambien muchas propiedades. Una parte del círculo se lláma *árco*; y la línea recta en los extremos de éste árco se lláma *cuérda* v. g. *a b*, y dícha parte de círculo *a b* és el árco. Lám. 15. Fig. 72.

Una línea tirada de parte á parte déntro del círculo, y que páse por el céntro se lláma *diámetro*: ésta és la línea *a c d*.

Ótra línea tiráda désde el céntro *c* hásta la circunfe-

réncia como *c e*, se lláma *semidiámetro*, ó *rádio* del círculo.

Si se señala un púnto en qualquier parte del círculo v. g. en *b*, y que de éste se tíren dos líneas hásta los dos extrémos del diámetro como *a d*, entónces las dos líneas *a b*, *b d*, fórman una esquádra perfécta, que puede servir de modélo para hacer verdaderaménte úna del metal que se quiéra; porque la línea *a b* és perpendicular á la línea *b d*. Lo mísmo sucederá si en lugar de señalár el púnto en *b*, se señaláre en *f* ó en *l*, ó en qualquiera ótra parte.

La quárta parte del círculo v. g. *a c e* se divíde en 90 grados: pues todo círculo se divíde en 360. Y dícha quárta és muy útil, así para trazar reloxes de sol, como para ótra infinidad de cósas.

Una línea recta tiráda de módo que apénas tóque al círculo, así como la línea *g h*, se lláma *tangente*, fig. 72.

Ótra que le córte así como la *x s*, se lláma *secánte*.

Lám. 15. Fig. 73. Si dáda una línea como la *a b* de la figúra 73, se pudiése partírla en dos partes iguales, se tomará con el compás álgo mas que la distáncia *a e*, y désde *a*, y désde *b* se trazarán los púntos de interseccion *c d*: se tirará désde éstos una línea *c e d*, y la *a b* habrá quedado exâctamente repartída en dos partes iguales.

Prevéngo á mi lector (y sírva para todo éste capítulo) que siempre que se explíca qualesquier figúras de Geometría, se débe hacer la demostracion de cáda úna, pero yá téngo dícho que la brevedad de éste libro no me permíte extendérme á más. Á ésto débo añadir, que úna de dos, ó el lector tóma gusto en aprénder la Geometría, por ser tan esencial (que así lo créo) ó nó. Si lo tóma búsque el

manantial; léa á *Euclides*, y sabrá quanto deséa: si no le tóma, quánto mas larga séa ésta digresion, tanto mas le será fastidiósa.

Mas, dígo, que generalmente en toda proposicion geométrica compréndе uno mísmo la demostracion, sin que se la repítan, v. g. en la figúra 73, bien conocerá el lector, que pues los dos púntos de interseccion *c d* se hán tirádo con un mísmo compás, sin abrírlo ni cerrárlo, estarán ámbos á una mísma distáncia de los púntos *a* y *b*. Que pues, la línea *c e d* córta dichos púntos, tambien cortará la línea con que están de éllos á igual distáncia de *a* y *b*, y tambien la línea *c e d*, cláro está, que la línea *a b* estará repartída en dos partes iguales.

Ésto és parte de la demostracion de la figúra 73, en púnto á repartir la línea, y ésto és lo mísmo que dígo, no me puedo extender en las demás, y mucho ménos, creyéndo en mi lector la víva compréнsion Española. Volvamos á mi asunto.

Si désde el púnto *c*, lámina 15, figúra 73, se quisiéran tirar mas líneas sobre la *a b*, sucedería que la *c e* sería la mas córta: la *c f* sería yá más lárga: la *c g* mucho más lárga: la *c h* muchísimo más; y así quanto mas se fuésen alejándo del céntro *e*, tánto más lárgas serían todas éstas líneas oblíquas.

De las paralélas.

Quando dos líneas son paralélas, figúra 74, lámina 15, por mas que se alárguen, jamás se júntan, ántes bien guardan éntre sí la mísma distáncia, y por éso se llámaN *paralélas*, porque si désde *a* hásta *m* háy supongo un pálmo

Lám. 15. Fig. 74.

de distáncia; y désde *b* hásta *n* háy ótro pálmo, aunque las alárguen muchas váras, siempre habrá el mísmo pálmo de diferéncia.

Las líneas igualmente inclinádas éntre dos paralélas serán tambien paralélas éntre sí, v. g., figúra 74, se ofréce tirar una línea *c b*, y se píde su paraléla. Tómese la distáncia que háy de *b* hásta *a*, y trasplántese désde *c* hásta donde alcánce el compás, que será en *d*, y désde éste último púnto tírese la línea *d a*, que será paraléla á la *c b*.

Del círculo, sus líneas y cuérdas.

Supuesto yá que el gran árco de un círculo és el que el *diámetro* determina el semicírculo: dígo que los demás árcos son todos menores; y que cáda úno de éstos árcos menores tienen su tangénte *a b*, figúra 75, su secánte *a c*, su cuérda *d b* y su sígno *d e*.

Lám. 15. Fig. 75.

El sígno és la mitad de la cuérda de un árco dóble, ésto és, que el árco *d b f* és doble del árco *d b*, y siendo su cuérda *d f* la mitád de ésta, que és *d e*, será el sígno.

La secánte y la tangénte del árco *d b*, finalizan en el púnto donde se encuentran éstas dos líneas, como sucéde aquí en el púnto *a*.

Todo círculo se considéra, nó como una línea, sino como ótros tantos púntos alrededór de su céntro.

Además que el círculo se divíde en 360 grados, cáda grado se divíde en 60 partes iguales, que se llámaan minútos: cáda minúto en 60 segúndos: cáda segúndo en 60 terceros &c.; y de aquí se sáca la pruéba de ser verdad que todo círculo se compone de otros tantos púntos muy diminútos alrededór del céntro.

PROBLÉMA I.

Dádos tres púntos, con tal que no estén en una línea récta, se pide trazar un círculo que tóque todos tres.

Supóngo los tres púntos *a b c*, figúra 76, lámina 16. Lám. 16.
Tírese una línea désde *a* hásta *b*; y ótra désde *b* hásta *c*. Á Fig. 76.
cáda úna de éstas tirésele una perpendicular, como en la figúra 69, lámina 15: alargúense éstas dos perpendiculares que serán *d e* y *f e*, figúra 75 hásta que se crucen en *e*, y poniendo una púnta del compás en éste púnto *e*, y la ótra en el púnto *a* se trazará el círculo entéro, que pasará por los tres púntos *a b c*. ¿El por qué? al executárlo se experimentará; y és, porque háy tánta distáncia désde *e* hásta *a*, como hásta *b*, y como hásta *c*.

Y por la contrária, si fuése necesário, *dádo un círculo sin céntro, el buscárselo*: todo estába remediádo, trazando sóbre él ótros tres púntos á voluntad, hacer ésta mísma operacion, y se hallaría el céntro.

Advierto que teniendo una poca experiéncia en la Geometría és inútil tirar las líneas *a b* y *b c*, básta tirar désde éstos púntos las líneas *e d* y *e f*.

PROBLÉMA II.

Lám. 16. Fig. 77. *Désde un púnto dádo como* t, *figúra* 77, *fuéra de un círculo* a e i, *tirar dos tangéntes á dícho círculo, y demostrar que son iguales.*

Tírese désde el céntro *c* del círculo hásta el púnto *t*, la línea *c t*. Désde dícho céntro, poniendo en él la una púnta del compás, y alargándo la ótra hásta *t*, trácese el círculo *b t d*. En el púnto *i*, donde el rádio córta el círculo, levántese la perpendicular *f i h*, la qual rematará en la circunferéncia en los púntos *f h*. Ésta perpendicular será tangénte al círculo pequéño, y tambien cuérda del grande. Tómese despues con el compás su lárgo désde *f* hásta *h*; y sin abrirlo ni cerrarlo, póngase úna de sus púntas en el púnto *t*, y con la ótra señálense los púntos *b* y *d*. Tírense despues las dos cuérdas *t b* y *t d*, que serán las tangéntes buscádas para el círculo *a e i*. Si se tíran las líneas *c f* y *c h*, serán perpendiculares á las líneas *t b* y *t d*. Serán cuérdas del gran círculo *t f b d h*. Serán *a c*, *i c*, *e c* todos tres rádios del círculo *a e i*. Y finalmente *t b*, *t d* y *f h* serán cuérdas de un mísmo lárgo.

De los Angulos.

El ángulo és un espácio indeterminado en lo lárgo, por sérlo el de las líneas de que se compóne: pero si determinádo en el púnto donde dichas líneas se júntan. Y así las dos líneas *a b d*, *a c e*, figúra 78, fórman un ángulo

Lám. 16. Fig. 78.

en el púnto *a*. Si désde *b c* ó *d e* háy 30 grádos, dirémos que és un ángulo de 30 grádos. Con ésto vendrá el lector en conocimiento de que no és el lárgo de las líneas quien determina el ángulo, y sí la abertura.

Si en la parte de círculo v. g. *b c*, figúra 78, se tiráse ótra línea récta *f*, y que del céntro *a* se trazáse un árco que cogiése la línea *b c*, dícha *f* sería en aquélla parte la cuérda de aquél árco *b c*.

Si siendo los dos ládos iguales se tiráse la perpendicular *h e*, figúra 79, sóbre la línea *a e*, dicha perpendicular se- Lám. 16. ría el *sígno del ángulo*. Fig. 79.

Éste nombre és comun á todas las líneas que únen los ládos del ángulo, porlo que *h a* és la bása del ángulo *h a i*, *a i* és la bása del ángulo *i h a*, é *i h* la bása del ángulo *h a i*.

Y si en dícha figúra 79 se tomáse la línea *a e i* por rádio de un círculo, y que se trazáse désde *a* la parte de círculo *t e*, entónces la perpendicular *h e* será la tangénte de dícho círculo.

Éste métodо dá cinco módos de medir el ángulo. És á saber: por los árcos: por las cuérdas: por los sígnos: por las tangéntes; y por las secántes. Pero el mas absolúto y general és, el de considerar la magnitud que mide un ángulo, ésto és, el buscar quantos grádos contiene.

El ángulo és de tres cláses *récto*, *obtúso* y *agúdo*. El *ángulo récto* és el de 90 grádos. De lo que se sigue que una línea que cáe perpendicular, figúra 80, sóbre él diá- Lám. 16. metro, ó la línea *a b*, fórma de un ládo el ángulo *c a d* de Fig. 80. 90 grádos, y del ótro el ángulo *c d b*, igual á éste de ótros 90. Pues el médio círculo contiéne 180 grados.

Si una línea cáe obliquamente como *e d* sóbre *a b*, fórma dos ángulos desiguales, que serán el úno *a e d*, que tendrá ménos de 90 grádos, y se llamará *ángulo agúdo*. Y el ótro *e d b*, que tendrá por consiguiente mas de los 90 grádos, y se llamará *obtúso*. Pero tambien és cierto que éstos dos ángulos desigules (estando unidos) tienen por medida el semi-círculo, y juntos valen tanto como dos ángulos réctos, que son 180 grados.

Lám. 16. Fig. 80.

Del módo de considerar los ángulos por los signos.

Quando se compáran dos ángulos úno á ótro, se puéde considerar la igualdad de los ángulos mísmos: la igualdad de sus sígnos; y la igualdad de los ládos, que se escógen por rádios: dos de éstos ángulos dán el tercero v. g.

Si dos ángulos tienen el rádio igual, como tambien el sígno, serán iguales úno á ótro.

Séan propuestos dos ángulos, figúra 81 y 82, *a c b*, *f e g*; si los rádios *a c*, *f e* son iguales, como asimísmo sus sígnos *a b*, *f g*, tambien lo serán los árcos *a d*, *f h*, de lo qual se verifica la igualdad de díchos ángulos en *c* y en *e*.

Lám. 16. F. 81. y 82.

Si una línea oblíqua está éntre dos paralélas, éstas formarán dos ángulos agúdos y dos obtúsos. El agúdo respécto á el agúdo será altérno; y el obtúso respécto al obtúso será lo mísmo: y éstos ángulos alternos serán iguales.

Séan las paralélas *c a*, *d f*, figúra 83, y la oblíqua *a d*, preciso será el ángulo *c a d* igual al ángulo *a d f*, por ser su altérno, de lo qual se seguirá por conseqüencia que los ángulos obtúsos *d a g*, *a d h*, que son sus supleméntos, son tambien iguales.

Lám. 16. Fig. 83.

Todo ángulo, contando los dos ángulos qúe sus ládos fórman con la básа, válе dos ángulos réctos, ésto és, 180 *grádos v. g.*

El ángulo *d b e*, figúra 84, y los dos ángulos *b d e* sóbre la básа *d e*, válen júntos dos ángulos réctos. Lám. 16. Fig. 84.

Quando un ángulo tiene básа, su figúra se lláma triángulo, por estár formado de tres ángulos. Y así los tres ángulos de un triángulo siempre válen dos ángulos réctos.

De ésto se sigue, que conociendo dos ángulos de un triángulo, se conóce tambien el tercéro, que és el supleménto de los dos réctos: de suerte que si díchos dos ángulos válen 130 grádos, precisamente há de valer el tercéro 50.

Tambien se sigue de lo dícho, que si un triángulo tiene un ángulo récto, los ótros dos válen un récto.

Todavía se sigue de lo expresado, que supuesto que los tres ángulos *a c e*, *a e c*, *c a e*, figúra 85, válen dos réctos; y que los dos *a e c*, *a e b*, válen ótros tántos; que el ángulo *a e b*, és igual á los dos ángulos en *a* y en *c*. El ángulo *a e b* formado con el prolongamiento de úno de los ládos del triángulo, se lláma ángulo exterior. Y para exprimir ésta proposicion se dirá: los ángulos en *c* y en *a* interiores del ángulo exterior *a e b*. Lám. 16. Fig. 85.

De l módo de medir los ángulos, cúyo extrémo no está en el céntro del círculo.

Quando una cuérda *c e*, figúra 86, divíde un círculo en dos partes, úna mayor, y ótra menor: si de úno de los púntos *c* ó *e*, se tira una tangénte *f c g*, formará ésta con Lám. 16. Fig. 86.

la cuérda dos ángulos, de los quales el agúdo *f c e* será el ángulo menor, y el obtúso *g c e* será el mayor.

Proposicion fundamental.

El ángulo de la menor parte tiene por medida la mitad del árco sostenido en la cuérda.

Lám. 16. Fig. 87. Séa la cuérda *b f*, figúra 87, y tirésele á ésta en el púnto *b* la tangénte *c d*. Para justificar que el ángulo *c b f*, tiene por medida la mitad del árco *b a f*, tírese désde el púnto *b* el rádio *b e*: tírese tambien el diámetro *g h* paralélo á la cuérda *b f*, y cortádos úno y ótro perpendicularmente por el rádio *a e*, se conseguirán dos ángulos réctos *c b e*, *a e g*, cúya medida será la quarta de círculo *a g*: el priméro *c b e* se compóne de dos ángulos *c b f*, *f b e*: el segundo *a e g* se compóne asimísmo de ótros dos, que son *a e b*, *b e g*: pero los dos ángulos *f b e*, *b e g* son iguales; lo úno por ser altérnos, lo ótro por cáusa de las paralélas *b f*, *g h*. Y porque el ángulo *b e g* remáta en el céntro del círculo, el árco *b g* será la medida de ámbos. Con que tambien los ótros dos ángulos *c b f*, *b e a* serán iguales, por ser compleméntos de los ótros. Y su medida general será el árco *b a*, mitad de *b a f*. Con lo que se manifiésta que la medida del ángulo *c b f*, és la mitad del árco *b a f*, sostenido en la cuérda *b f*.

Lám. 16. Fig. 88. Un ángulo formado por una cuérda *a f*, figúra 88, y por la parte *a b* de ótra cuérda *e a*, prolongada fuéra del círculo, tiene por medida la mitad de los dos árcos *a h f*, *a g e*.

Tírese en el púnto *a* la tangénte *d c*, y el ángulo *b a f*

será igual á los dos ángulos *b a c*, *c a f*, y tambien el ángulo *b a c* será igual al ángulo *d a e*. Y los dos ángulos *d a e*, *c a f*, siendo ángulos de la parte menor del círculo, tendrán por medida la mitad de sus árcos.

De las líneas proporcionáles.

Si dos líneas *a e*, *c g*, figúra 89, están tan inclinádas en sus espácios paralélos, como ótras dos líneas *e f*, *g h* puédan estárlo en los súyos: éstas quatro líneas serán proporcionáles, ésto és, que *a e. c g*: : *e f. g h*. Para prueba tírese la perpendicular *b k d*. Lám. 16. Fig. 89.

Quando dos ángulos iguales tienen cáda úno su bása, y que los ángulos formados sóbre éstas por los ládos, son iguales úno á ótro, ésto és, luego que un ángulo formado por una de las básas és igual á un ángulo formado por otra bása: táles ángulos se llamarán iguales; y los ládos del úno serán proporcionales á los ládos del ótro, como asimísmo la bása. Lo qual se exprime en términos geométricos diciendo: los triángulos semejantes ó equiángulos tienen sus ládos proporcionáles.

PROBLÉMA III.

Siendo dádas tres líneas a b, c d, e f, *figúra* 90, *lámina* 17, *hallar la quarta proporcional.* Lám. 17. Fig. 90.

Tírese la línea *a b* para trazar la figúra igual á la línea propuesta *a b*. Tómese despues con el compás el lárgo de la línea dáda *e f*, y señálese sóbre la línea *a b*, désde *e*

hásta *f*. Désde éste púnto *f* tírese la línea *c d* de módo que hága con la *a d* un ángulo qualquiera, v. g. *c a d*. Désde los púntos *e* y *d* tírese la línea indefinida *e d g*. Y finalmente désde el púnto *b* tírese la línea *b g*, paraléla á *c d*: hécha ésta operacion, cláro está que se tendrá la proporcion siguiente.

e f. c d :: a b. b g.

Con que b g *és la quarta línea proporcional que se buscába.*

Lo que hásta aquí vá explicado, és por lo perteneciente á las líneas. Ahóra pasarémos á tratar de las figúras.

DEFINICION.

Figúra és un espácio cercado de líneas; bien entendido que si las líneas son réctas se lláma *rectilínea*. Si son cúrvas *curvilínea*. Y si réctas, cúrvas, y mixtas *mixtilíneas*.

En las figúras rectilíneas se considerarán principalmente tres cósas, que son los ángulos, los ládos, y la superfície.

A las figúras rectilíneas mas comunes se les há dádo ciertos nombres que el buen reloxero no débe ignorar.

La figúra de tres ládos se lláma *Triángulo*.

La de quatro..... *Quadrilátero* ó quadrángulo.
La de cinco..... *Pentágono*.
La de seis..... *Exágono*.
La de siete..... *Eptágono*.
La de ocho..... *Octógono*.
La de nueve..... *Enneágono*.
La de diez..... *Decágono*.

La de once..... *Endecágono.*

Y la de doce..... *Dodecágono.*

Las figúras que tienen muchos ládos, suelen llamarse comunmente *polígonos.*

Del triángulo.

Si se exâmina éste, en púnto á sus ángulos, será de tres espécies distintas.

Triángulo rectángulo és el que tiene un ángulo récto como el de la figúra 91, en el que *c a b* és récto. Lám. 17.

Triángulo obtúso és el que tiene un ángulo mayor que de 90 grádos, como en la figúra 94, és mayor que el récto. Fig. 91. 94.

Triángulo agúdo és el que tiene los tres ángulos agúdos, como el triángulo *o h i*, figúra 92. 92.

És tambien de tres espécies el triángulo, si se considera tocante á sus ládos.

Equilátero, que tiene los tres ládos iguales, como el de la figúra 92.

Isoscéles, que tiene solos dos lados iguales, figúra 93. 93.

Escaléno, que tiene los tres ládos desiguales, fig. 94. y 94.

Del quadrilátero.

El *quadrilátero* se divíde tambien en diferentes espécies *paralelográmos*, *trapécios* y *quadrángulos*.

Los parelelográmos son aquéllos, cúyos ládos opuestos son paralélos, como la figúra 65, lámina 15 *i s* és paralélo *a e n*. Lám. 15. Fig. 64.

Los paralelográmos que tienen los quatro ángulos réctos se llaman *paralelográmos rectángulos*, y para abreviar
Lám. 15. rectángulos, figúras 64 y 65, dícha lámina 15.
F. 64 y 65. Pero si un paralelográmo tiene los quatro ládos iguales, se lláma quadrádo, figúra 63 de la mísma lámina.
Fig. 63.

Háy ótro paralelográmo, cúyos ángulos opuestos son dos obtúsos y dos agúdos; y que ademas de ésto sus quatro
Lám. 17. ládos son iguales, figúra 95, lámina 17.
Fig. 95. El trapécio és el quadrángulo, cuyos quatro ládos son
96. desiguales, figúra 96.

Toda figúra rectilínea puede denominárse con ótros
y 97. tantos ángulos como tiene ládos, véase la figúra 97. Porque si se supóne en la superficie un púnto *c*, y de éste se tíran las líneas *c n*, *c o*, *c p*, *c q*, *c r*, *c s* en todos sus ángulos, bien se déxa conocer, que tendrá ótros tántos ángulos, como tiéne ládos.

Todos los ángulos de un polígono son iguales á ótros tántos ángulos rectos, como el dóble de sus ládos, ménos quatro. Porque el polígono, figúra 97, *n o p q r s* contiéne seis triángulos, cúyos ángulos válen dos ángulos réctos para cáda úno; que componen doce ángulos réctos para los seis. Y si de éstos doce ángulos réctos, se quítan los seis del céntro, que válen quatro réctos, sóbran ocho ángulos réctos, por valor de seis ángulos del polígono; y por consiguiente éstos seis valdrán ótros tántos ángulos réctos, como el dóble de los ládos del polígono, ménos quatro.

Toda figúra regular se puede reducir á círculo, v. g.
Lám. 17. el exágono *a c e g i l*, figúra 98, puede reducirse á círcu-
Fig. 98. lo, haciéndole pasar úna circunférencia ó círculo, por los tres púntos *a c e*, el qual tendrá por céntro un púnto v. g.

n, que precisamente pasará por los demás ángulos del polígono, supuesto que se suponen todos los lados iguales. Y por consiguiente dében ser cuerdas iguales del mismo círculo, é igualmente distántes del céntro.

En éste mismo polígono la línea *n o* se lláma rádio récto de la figúra, y la línea *n c* solamente el rádio de la figúra. Con que bien se manifiesta que *en todas las figúras reguláres comparádas únas á ótras, el rádio récto és al rádio récto, como el rádio és al rádio, como el costádo és al costádo, y como el perímetro és al perímetro.* Y así el triángulo *a n o* és semejante al triángulo *b n p*, y por consiguiente todos sus lados son proporcionáles.

Tambien se sígue de ésto, que las circunferéncias ó círculos, son éntre sí como los rádios; pues se les puede considerar como polígonos regulares de una infinidad de lados.

Del módo de determinar el ángulo en el céntro; y tambien el ángulo de la figúra, y el ángulo que el rádio háce sóbre el lado de todo polígono.

Dése la figúra 99, cúyo exâgono és *a b e h f g*, su ángulo en el céntro *b c e* será de 60 grádos, pues tiéne por medída el árco *b d e*, séxta parte del círculo que vále 360. El ángulo *a b e* tiéne por medída la mitad del árco *a g f h e*, sóbre el qual descánsa, que se compóne de quatro árcos de á 60 grádos: con que tiéne por medída dos árcos de á 60 que válen 120 grádos. Lám. 17. Fig. 99.

De ésto se sígue que el lado *b e* del exâgono és igual al rádio; porque el triángulo *b c e* tiéne sus tres ángulos de

á 60 grádos cáda úno; lo que no pudiera acontecer, si los tres ládos no fuéran iguales.

Del módo de trazar en un círculo las figúras reguláres.

Primeramente en dícha figúra 99: el exágono compuesto de seis rádios transplantádos en su circunferéncia.

Item el triángulo, y para executárlo se juntarán los ládos del exâgono de dos en dos, por médio de las cuérdas *g b*, *g h*, *b h*.

Item para formar un dodecágono, ó polígono de 12 lados de 24, 48, 96 &c. siempre doblando: divídase el árco *b e* del exâgono en dos partes iguales al púnto *d*, y tírese *b d*, que será el lado del dodecágono, ó la cuérda de 30 grádos; y dividiendo el árco *b d* en dos partes, se tendrá el de 15 grádos, cúya cúerda será el ládo del polígono de 24; y continuando en cortar éstos últimos árcos en dos partes iguales, saldrán árcos de 7 grádos y 30 minútos &c., cuyas cuérdas serán los ládos de los polígonos de 48, y de 96 lados &c.

Lám. 17. Fig. 100. Item mas, para formar un quadrádo tírense los diámetros *h o*, *a d*, figúra 100, perpendicularmente el úno sóbre el ótro, y júntense sus extrémos *a h d o* désde las cuérdas *d o*, *o a*, *a h*, *h d*, y formarán el quadrádo buscádo, como éllo mísmo lo demuéstra.

Con ésta division del círculo en quatro partes, se consiguen árcos de 90 grádos, que dividídos cáda úno en dos, serán árcos de 45, y dividídos tambien éstos en dos, saldrán árcos de 22 grádos y médio. De éste módo se pueden dividir hásta lo infinito, de lo que resultarán polígonos de 8, de 16, de 32, de 64 lados &c.

Para el decágono ó polígono de 10 lados, en las figúras 100 y 101, se dividirá el rádio *b c* en mediána y extréma proporcion en el púnto *s* ó *n*, figúra 100, y póngase la mediána *b s*, figúra 101 (que así se lláma la mayor porcion del círculo), diez veces sóbre la circunferéncia, supuesto que yá déxo explicado ser dícha mediána la cuérda de 36 grádos, y por consiguiente será un ládo del decágono.

Para tener un ládo del pentágono, ó cuérda de 72 grádos, bien se vé que básta tirar cuérdas como *h n*, figúra 101, que contienen árcos de 36 grádos. Pero tambien Lám. 17. se puede hacer ésta operacion con mas brevedad, trayéndo Fig. 101. la mediána *b s* de *c* en *e*, y tirando la récta *a e*: ésta cuérda és igual á la de 72 grádos, y por consiguiente el ládo del pentágono.

Ésta construccion facilíta el módo de hallar los ládos del decágono y del pentágono inscriptos en un mísmo círculo. Tírese un diámetro *a d*, figúra 100, y un rádio *h c* que le séa perpendicular: divídase éste rádio *h c* en dos partes iguales en el púnto *f*, y de éste interválo *f h* ó *f c*, trácese un médio círculo *c e h*: tírese *f a*, y la porcion *a e* será el ládo del decágono. Si se tráe *a e* sóbre *a c* de *c* en *b*, y se tíra *h b*, será un ládo del pentágono.

Del módo de trazar una quarta de círculo, y el de dividírla en 90 grádos.

Sóbre el extrémo *c*, figúra 102, de una línea determi- Lám. 17. náda *c o* levántese la perpendicular *a c*. Trácese para ma- Fig. 102. yor facilidad el árco *b a*. Despues tómese el lárgo del rá-

dio *c b*, y póngase sóbre la quarta désde el púnto *o*, y señalará el púnto para los 60 grádos. Divídase éste árco *o* 60 en dos partes iguales, para tener el púnto 30. Désde el mísmo señálense éstos 30, y con los 60 habrá 90 grádos, que son los que débe tener una quarta de círculo.

No explíco el módo de trazar cáda grádo de por sí de los 30, por no confundir lo úno y lo ótro, porque las réglas que háy para éllo, solo alcánzan á dividir una quarta de círculo en díchos 30 grádos, pero no alcánza la Geometría á dividir exâctamente un ángulo, ó un árco en tres partes iguales, sino á poco mas ó ménos, ó por mejor decir á tiéntas. De lo qual resúlta el famóso probléma que está propuesto de la *triseccion del ángulo*; y así podrá el lector trazar los demás grádos, buscando buenamente su proporcion con el compás. En el capítulo de la Gnomónica, figúra 112, lámina 18, explíco otra quarta de círculo con alguna mas extension.

De la medída de la superfície de las figúras rectilíneas.

Todo paralelográmo és igual á un rectángulo que tendrá la mísma básа y altúra que él.

Lám. 17. Fig. 103. Séan los dos paralelográmos *a c e f* y *b d e f*, figúra 103, en los que el segundo, cúya altura *c f* és una línea récta, tiráda éntre las paralélas *b d*, *e f*, perpendicularmente sóbre úna y ótra, que és igual á la primera, tiéne la mísma básа *e f*, y la mísma altúra *c f* ó *a c*.

Para ésto exâminémos, y verémos que se fórman dos triángulos semejantes, y en todo iguales *e b a*, *f c d*: pues

en su mísma construccion se manifiésta que el ládo *a e* és igual al *c f*, y el ládo *b e* al ótro *d f*; y siendo éstos dos ládos paralélos, están igualmente inclinádos sóbre *a d*: de lo que se sígue que *a b* distáncia del perpendículo, és igual á *c d*, tambien distánte del perpendículo. Quitémos ahóra el triángulo *e a b* del rectángulo *a c e f*, y démosle en recompénsa el triángulo *f c d*, y tendrémos el paralelográmo *b d e f* igual al rectángulo *a c e f*.

Si se dispusiéra el paralelográmo y el rectángulo como lo están en la figúra 104, és evidente que *b f* ó *a e*, serían la altúra del rectángulo *a b e f*, y del paralelográmo *c d e f*; ésta se podría probar con las mísmas razones que la figúra 103. Y para pruéba de éllo, me explicaré abreviadamente de qué módo las tres létras exprímen los diferéntes triángulos, segun la operacion *a b s e* = al trapécio *c d s f*, y añadiendo de un ládo y de ótro *e s f*, tendrémos *a b s e* + *s f e* = *c d s f* + *s f e*, ésto és, *a b f e* = *c d f e*. Lám. 17. Fig. 104.

En todo triángulo rectángulo el quadrádo del ládo mayor que se lláma hypotenúsa; y que siempre está opuésto al ángulo récto, és igual á los quadrádos de los ótros ládos.

Séa el triángulo *b c g*, figúra 105, rectángulo en *c*. Dígo que el quadrádo *b f h g* de la hypotenúsa és igual en superficie á los dos quadrádos *a o b c*, *d e c g*, formádos sóbre los dos ládos *b c*, *c g*. Fig. 105.

Para su demostracion tírese el remáte del ángulo récto: tírese tambien la línea *c m*, paraléla á *b f*; y del mísmo extrémo *c* tírese hásta el púnto *f* la récta *c f*: tírese asimísmo la línea *a g*. La línea *c m* divíde el quadrádo mayor en dos rectángulos *b m f n* y *n g h m*. Demostraré primé-

ro que el rectángulo *b n f m* és igual al quadrádo *a o b c*. Y despues que el rectángulo *n g m h* és igual al quadrádo *d e c g*, de lo que se seguirá evidentemente que el quadrádo *b g f h* és igual á los dos quadrádos *a o b c*, *d e c g*.

Primeramente digo que el quadrádo *b n f m* és igual al quadrádo *a o b c*, y lo pruébo de éste módo.

El triángulo *c b f* está sóbre la mísma bása *b f*, y éntre las mísmas paralélas *c m*, *b f*, que el rectángulo *n m b f*, del qual el triángulo *g a b* és la mitad del ótro ládo, y sóbre la mísma bása *a b*, y éntre las mísmas paralélas *o g*, *a b* que el quadrádo *o c a b*, del qual és tambien mitad; pero éstos dos triángulos *g a b*, *c f b* son iguales, porque el ládo *a b* del primero és igual al ládo *b c* del segundo: y tambien el ládo *b g* del priméro és igual al ládo *b f* del segundo; y el ángulo que fórman los dos ládos *a b*, *b g* del priméro és igual al ángulo fórmado de los dos ládos *c b*, *b f* del segundo, por estár ámbos fórmados de un ángulo récto, y del ángulo *c b g* que és comun á los dos: con que éstos dos triángulos *a b g*, *c b f*, son semejantes é iguales. Ahóra, pues, tirando una línea désde *b* hásta *e*, y ótra de *c* á *h*, habrá dos triángulos *b g e*, *c g h*. Fácil és comprénder por lo dicho, que éstos dos triángulos son iguales; y que el priméro és mitad del quadrádo *c g d e*, y el segundo la mitad del paralelográmo *n g m h*; de lo que se sígue, que así éste quadrádo, como éste paralelográmo son iguales; y finalmente que supuesto que los dos paralelográmos *b n f m*, *n g m h* tomados juntos componen el quadrádo *b g f h*, se sígue que éste quadrádo és igual á los ótros dos *a o b c*, *d e c g*.

Los ládos del pentágono, del exâgono y del decágono, incriptos en un mísmo círculo, pueden estár dispuéstos de conformidad que el ládo del pentágono séa la hypotenúsa: el ládo del exâgono será el ládo mayor; y el del decágono será el ládo mas pequéño.

Ésto se comprenderá facilmente, haciéndose cárgo que el quadrádo del ládo del pentágono és igual á los dos quadrádos del lado del decágono inscriptos en el mísmo círculo, figúra 106, lámina 18. Lám. 18. Fig. 106.

Séa *a e* el ládo del pentágono, ó la cuérda de 72 grádos. Si se divíde el árco *a d e* en dos partes iguales en el púnto *d*, y tambien las cuérdas *a d*, *d e*, éstas serán los ládos del decágono: y *a c* rádio del círculo será el ládo del decágono.

Del círculo.

El círculo és la figúra mas hermósa y mas símple de todas las de la Geometría. Encierra en sí muchísimos problémas, de los que yá déxo demostrados algunos: y ahóra añado uno que no será estráño que yo mísmo no lo sépa determinar de fíxo, pues hásta ahóra ningun Matemático en el mundo lo há hécho.

El asunto és: dado el diámetro del círculo que v. g. séa tres palmos, saber quántos palmos tiéne dícho círculo en su circunferéncia. Regularmente se responde que 9; pero no nos sale bien la cuenta, porque la circunferéncia ó el círculo és mayor. Para asegurarme de ésto, tomé con una lísta de papel como las medídas de los sastres (por ser

una medída que no se puede acortar ni alargar, lo que un cordon ó cuérda sí) el diámetro exâcto de una ruéda bien hécha: y despues de haber tomado dos veces mas ésta mísma medida, que en todo éran tres diámetros, la fuí pegando alrededór de la circunferéncia, y no me salió la medida jústa. De donde conocí ser verdad que el diámetro de un círculo és, á todo él, como 7 á 22, ó por decirlo mas puntual como 113 és á 355, que solo se aparta de la verdadera proporcion del diámetro al círculo $\frac{3}{10000000}$. De aquí se origína aquél gran probléma que todavía no se há resuelto de la quadratúra del círculo.

De la brachistócrona.

Aunque una línea récta séa el mas córto camíno éntre dos púntos dádos, sin embárgo, quando se hábla de un cuerpo arrojádo, como una piedra, una bála ó una granáda &c., ó qualquiera ótra cosa pesada, ésto és, al caér ésta traza una linea cúrva y oblíqua que la lláman *brachistócrona*; y que fué el asunto de los sábios, quienes concluyéron que para dícho caso éra mas corta, por caér con mas velocidad que sí fuése en una línea récta. Pongo ésta observacion por ser útil para la reloxería y maquinária.

Del módo de trazar un espirál.

Tírense las quatro líneas en ángulos réctos *a f*, *b e*, *h c*, *g d*, figúra 107, lámina 18, bastánte cercánas, y los quatro ángulos que fórman en el céntro sírven de púntos para trazar la línea espirál. Póngase v. g. la una púnta del com-

Lám. 18. Fig. 107.

pás en el ángulo 1; y tomando con la ótra la distáncia que háy désde éste hásta el ángulo 4, trázese con el compás una quarta de círculo, que será hásta llegar á la línea *a f*: allí se quitará el compás, y se pondrá una púnta en el púnto ó ángulo 2, y llegando con la ótra hásta donde dexámos la quarta empezáda, se continuará en trazarla hásta llegar á la línea *g d*: allí se volverá á quitar el compás, y se pondrá una púnta en el púnto 3, se volverá á abrir el compás hásta alcanzar á donde se dexó la quarta, que yá empiéza á ser espirál, y se continuará trazándole hásta llegar á la línea *e b*; se quitará el compás, se pondrá una púnta en el púnto 4, y se continuará el espirál hásta llegar á la línea *c h*. Finalmente se volverá á poner el compás en el púnto 1, y se continuará hásta la línea *a f*, y désde el púnto 2 hásta la *g d* &c.: continuando en trazarle quantas vueltas se quiéra, y quedará el espirál hécho.

Ignóro que ótro algun autor (sin agraviar á nadie) haya dado la explicacion del espirál con mas claridad que yo. Con réglas Geométricas sí, pero no tan á satisfáccion del pobre lector, que tal vez no quiere cansarse en estudiar todo un líbro, para compréndер una sola figúra, y puede hacerlo.

Si se quiére un espirál aún mas perfécto, con tal que séa grande, como para la Arquitectura, en tal cáso en lugar de formar en el céntro 4 ángulos ó púntos, se constrúyen hasta 12 ó 16, y aun 24.

Yá hé concluido con los princípios mas precísos de Geometría para nuestro árte. Me persuado que con éllos podrá el lector alcanzar en la reloxería mas conocimiento, mas perfeccion y mas gústo en el trabájo. Y para

aumentárselo, empezaré á explicarle parte de la Gnomónica, ó el arte de hacer reloxes de sol, cosa tan divertída, que aún muchos curiósos, sin saber tirar una línea se dedícan á él, aunque no séa mas que para hacer un relox horizontal.

CAPÍTULO IV.

De la Gnomónica ó Gonomónica.

La Gnomónica és el árte de hacer los reloxes de sol. És úna de las ciéncias mas antiguas del mundo; pues désde su princípio no húbo otra clase de reloxes, como yá déxo explicado en el capítulo II de ésta óbra.

Confiéso que para escribir éste, hé trabajado mas que en ninguno de los tres antecedentes, pues haciéndome cárgo, que infinitos apasionados serían curiosos de léerle para divertirse en executar alguno de los reloxes que expongo; y que por ótro lado éstos mísmos generalmente no sabrían Álgebra ni Geometría, hé procurado buscar las réglas mas demostratívas para satisfacer su curiosidad.

Aquí podrá conocer mi lector el por qué me sírvo en parte de una explicacion distínta de la de los demás autores: y és, que como en todo éste líbro me propongo la facilidad para la inteligéncia del aplicado reloxero, prefiéro el método de exponerle cada asúnto especificadamente con claridad, aunque no me sírva de términos Geométricos ni Matemáticos á el de dexarle en la confusion, preciándome de crítico; y para prueba de éllo pondré dos exémplos. El úno és la gran meridiána horizontal, que ciertamente nada

tiéne de fácil si se há de hacer con instrumentos matemáticos: y yo le dóy el módo de hallar tres púntos para hacerla, con una operacion tan símple, que qualquiera señora podrá tener el gústo de hacer una meridiána en su gabinéte. El ótro és el módo de hacer un relox vertical en una pared: no és fácil, no seguramente el tomar la declinacion de ésta, y poner bien el gnomón; y yo lo expongo con tanta facilidad como la meridiána.

Diferentes autores han escríto de Gnomónica, como son Fray *Pedro de Santa Magdalena*, que és un tratado de Horologeografía muy célebre, *Juan Petersón*, *Ulrícos*, *Muller*, *Picart*, el *Padre Gastón*, *Ozanám*, *La Hire* y ótros. Pero generalmente de un módo tan difícil de entenderles para el pobre que no há estudiado dichas Álgebra y Geometría, que se quéda en ayúnas despues de haberlos leído.

Solo nuestros célebres *Móyas*, *Enguéra*, y algunos ótros iguales á éllos en ésta ciéncia, y superiores en su clára demostracion, escribiéron unos Tratados de reloxes solares, no para hacer alarde de su saber, sinó como Españoles honrados, para enseñar á sus paisanos.

Báxo éstos mísmos princípios escríbo éste capítulo; y si Dios me dá salud para acabar éste líbro, espéro dár despues un Tratado general de reloxes solares. Interin conténtese el lector con ésto poco, y comencémos á conocer abreviadamente lo que és la Gnomónica.

Para su inteligéncia hágase cárgo priméro el lector de lo que és nuestro glóbo terréstre y su esféra. La figúra 108, lámina 18, lo demuéstra. Lám. 18. Fig. 108.

La Sabiduría infinita del divino Artífice con las mas jus-

tas razones le dispuso en figúra circular, dando al mísmo tiempo al hombre el conocimiento de la Astronomía y de la Geografía, para que con la ayúda de éstas difína los problémas mas útiles: sepámos como dice Tósca, donde ténemos los piés: podámos dirigir nuestros viages así por tierra como por mar; y distingámos los países frios de los templados, y éstos de los cálidos. Éstas y ótras infinitas cosas puede úno considerar en la esféra, pero volvamos á mi ásúnto.

Lám. 18. Fig. 108. Primeramente en dicha esféra, figúra 108, se le supóne un exe *a b*, y los dos extrémos de éste se llaman *polos*: el de *a* és el *polo Artico*, y el de *b polo Antártico*.

Enmédio de la esféra se cuenta con una línea *r t*, que la circúla, y és la *Equinoccial*.

Despues háy ótros dos círculos, el úno és *c f*, que és el *trópico de Cáncer*, y el ótro *e d* que és el *trópico de Capricórnio*.

El círculo *a r b t* és el *primer meridiáno*, que córta la equinoccial en *z*, y en *t*.

La línea *g h* és el *horizónte* ó *línea horizontál*.

Dichos pólos y trópicos son paralélos á la equinoccial.

La línea *c d* és la *Eclíptica*, sóbre ésta se cuentan los doce sígnos, y llega á los dos trópicos.

a m b s y *a t b i*, son los *colúros*.

El glóbo que está en el céntro és la tierra.

El púnto *z* que és el mas álto y perpendicular sóbre el sítio donde nos hallámos, se llama el *Zenit*. Y el que está debáxo, allá en nuestros antípodas se llama el *Nadir*. Déxo los demás círculos para la Geografía.

Cada círculo de los expresados séa mayor ó menor, se

divíde en 360 grádos. Cáda grádo en 60 minútos, y cáda minuto en 60 segundos &c.

Báxo de todo lo dícho, bien se manifiésta que si el sol sale por la parte *d* del lado *c*, será *d* el Oriente, y *c* el Poniente. Con que segun váya pasando en el espácio del dia delante de un relox de sol, la sombra que ocasióna al index ó gnomón, tambien se irá mudando.

Quando el sol está perpendicular sóbre nosótros, se hálla en nuestro meridiáno, y por éso és la mitad del dia (quiero decir las 12) pues éste se reparte en 24 hóras.

Para trazar qualquier quadránte ó relox de sol, se pone priméro la meridiána (la qual siempre señala las 12); despues se búsca la áltura del país, donde está el que lo háce, para dársela al gnomón: y luego se añaden las demás hóras. Explicaré ántes el cómo se traza qualquier meridiána sola, y solo para arreglar un relox.

Del módo de trazar una meridiána pequéña regular.

Tómese una tabla, figúra 109, lámina 18, y hágase á un albañil que la sujete con yeso, bien nivelada ú horizontal, en un parage donde dé el sol, si puede ser dos hóras ó mas, ántes de médio dia, y otras dos hóras despues. Se procurará tambien que úno de sus lados míre al Médiodia, como *g g*, aunque séa al poco mas ó ménos, como demuestra dicha figúra 109. Se hará enmédio de élla hácia el parage que señala la létra *a* un agujeríto, y désde él se trazarán los círculos *b c* que és el úno, y el ótro *d e*. Se pondrá en dícho agujeríto un hierro bien perpendicular, Lám. 18. Fig. 109.

ésto és, bien derecho y fíxo; y que hága esquadra con la tabla por todos ládos.

Despues se observará quando la sómbra de éste hierro se vá acortando (por la mañana) y éntra en el círculo *d*. Apénas el extrémo de la sómbra tóque la orílla de dícho círculo, que señalará en él el púnto *d*: lo mísmo se hará quando éntre en el círculo *b*, y se señalará el púnto *b*. Se dexará de éste módo hásta despues del médio dia, que dicha sómbra se irá alargando, y quando llégue al círculo *c* se hará lo mísmo, señalando el púnto *c*, y tambien quando llégue al círculo *e*, señalando éste último.

Despues se tomará la mitad de la distancia que háy désde el púnto *e* hásta el púnto *d*, y allí se señalará el púnto *f*, se hará lo mísmo désde *c* hásta *b*, y se hará el púnto *n*.

Luego se tirará una línea désde el púnto *a*, y que páse por los púntos *n* y *f*, y ésta és la meridiána. Y siempre que la sómbra del hierro cúbra dícha línea, serán las 12 en púnto en todo el año.

Si no se quiere hacer mas que un círculo no importa; pero si se hiciesen tres ó quatro será mejor, porque á veces sucéde que al mismo tiempo que se vá á señalar un púnto en un círculo, acontece pasar una nube, quíta el sol, y aquél círculo no sírve; por lo que és bueno háya ótros.

Dicha línea désde *a* hácia *s* señala el Norte; y désde *a* hácia *m* el Médiodia.

Prevéngo que la tabla esté bien lisa: quanto mayor, mejor; y sóbre todo que el tiempo mas oportuno del año para hacer dicha meridiána és hácia los dias 21 de Marzo, y 23 de Setiembre.

En un líbrito manual que imprimí, cúyo título és: *Mé-*

todo para que cada úno sépa arreglar de por sí su relox, sin necesidad de reloxero: dóy la descripcion de ésta mísma meridiána, y en élla prometí al público dár el módo de trazar la siguiente.

Del módo de trazar una meridiána grande horizontal.

La diferéncia que háy de la antecedente á ésta és, que aquélla se puede hacer en una tabla pequéña, y solo sírve para que tal qual pueda el curióso arreglar bastante bien sus reloxes, y mayormente en los pueblos cortos, donde así el Cúra, como los vecinos carecen de reloxero, y regularmente de un relox bueno; pero la que sígue és tan exâcta, que no se puede errar en élla, al observar al sol, la veintésima parte de un minúto, y tan fácil de executar, que una señora la puede hacer en su mísma sala ó gabinéte.

Se observará priméro que en la piéza donde se quiera tener, dé el sol dos hóras, y aún tres (si puede ser) ántes del médio dia, y otras tantas despues. Aunque en rigor con una hóra ántes, y ótra despues tambien puede hacerse.

Se mandará hacer una chápa de hierro álgo gruesa, y del dibúxo que demuéstra la figúra 111, lámina 18, con un agujéro en el céntro de la parte circular, álgo mas chíco que un realíto de ocho quartos, y algunos ótros agujéros en la lísta ó fáxa de encíma para clavarla en la pared, pero la parte circular bastará que tenga solo el cánto de un peso dúro; y despues se clavará encíma del balcon ó puerta, como se vé en *u n*, figúra 110. Bien entendido que

Lám. 18. Fig. 111.

Fig. 110.

la parte redónda míre al sol, lo mas de cara que se puéda, y no de ségo. Si además de ésto quéda á los 45 grádos será mejor, para cúyo efécto se dobla el mango de la chápa, cerca de la parte redónda como se vé en *u n*.

Hécho ésto se escogerá si se puede uno de los dias de Equinóccio que háy en el año, que son el 21 de Marzo, ó el 23 de Setiembre.

Se pasará un cordon, que séa con corta diferéncia del gruéso del agujéro de la chápa *n*, figúra 110, por déntro de él; y que lléve un aplomo puntiagúdo *a*; y baxándole poco á poco, señalará un púnto *e* en el suélo. Désde éste púnto, ó séa clavando un clavíto en dícho púnto *e*, y con un cordel atado al del un cábo, y con el ótro teniendo atado un lápiz, se podrán señalar las porciones de círculos *b c* y *r t*, ó bien séa con un compás de vára se trazarán dichos círculos; éste segundo módo és mas segúro.

Ahóra se quitará el cordon, y se observará quando el sol éntra por dícho agujéro *n*, que será un ráyo de sol semejante á *s d*, y segun váya entrando en el círculo *c*, se señalará el púnto *c*, luego que éntre en *t* ótro; y despues se irá quedando el sol, segun lo demuéstra dicha fig. 110.

Por la tarde, ésto és, despues del médio dia se irá observando, y segun váya llegando al círculo *t r*, se señalará el púnto *r*, y en llegando á *b*, el púnto *b*: pues yá déxo dícho que el trazar mas de un círculo és por si acáso pasa alguna nube, al tiempo de hacer la observacion, como á mí me há sucedido con diferentes meridiánas que hé hécho.

Prevéngo que aunque el ráyo del sol éntra por un agujéro tan pequéño, quando dá en el suélo és mayor (á ve-

ces) que un péso dúro, pero en fórma ovalada; y que solo se dében señalar díchos púntos *c t r b* quando el sol está cortado en el médio por los círculos, y nó quando éntra ó sale en éllos.

Despues se tirará una línea désde *b* hásta *c*, se tomará la mitad de élla, que será en el púnto *f*: y désde éste hásta el púnto *e* se tirará la línea *e f m*, quan lárga lo permita la sala ó gabinéte. Y ésta és la meridiána, en la qual dará el sol puntualmente á las 12 todos los dias del año.

Si se quiere, en lugar de contentarse con profundizar ésta línea ó meridiána en el suélo, para que no se bórre, será mejor y mas decénte, mandarla embutir una lísta de latón ó de plata, y será permanente.

Todo el secréto de ésta meridiána consiste en hallar los tres púntos principales; y aquí yá los tenemos, pues son *n e f*.

Otro módo de trazar ésta mísma meridiána.

Supóngo que háy la sala ó piéza con una ventana, y nó con balcon: que el sol dá solamente alrededor de médio dia, y que apénas dúra média hóra. Sírvanos, pues, la mísma figúra 110. Lám. 18. Fig. 110.

Póngase la mísma piéza *n* con su agujeríto, para que éntre el sol. Hácia el mes de Diciembre ó Enero téngase un relox de péndula real muy bien arreglado con el sol; y en siendo en él las 12 justas, señálese con puntualidad el púnto *m* en el suélo, séa en el parage que se fuése de la sala. Clávese en aquél púnto una tachuela, para que no se bórre. De allí á dos ó tres méses (y si puede ser á los cinco ó seis será mejor) vuélvase á arreglar dícho relox

(ú ótro que séa muy seguro) con el sol, y en siendo las 12 señálese otro púnto *h*, séa tambien donde quiera. Quítese la tachuela, y désde su agujéro hásta el púnto *h* tírese la línea *m h*, quan lárga se quiera; y estará la meridiána hécha.

Otros módos de hacer la mísma meridiána.

Supóngo la mísma sala, figúra 110 con el sol. Supóngo tambien que solamente dá un quarto de hóra ántes del médio dia. Póngase la piéza *n*. Supóngo que no háy tal relox para poder trazar la meridiána, por ser lugar ó pueblo donde no háy ótra, ni tampoco relox; y que sin embargo fuése de mucha importancia, ó que absolutamente quisiése un sugeto tener en dicha sala una meridiána.

Se buscará en el desvan de la casa algun tejado, que ténga el sol necesario para trazarla. Se quitará una téja. Se hará un agujéro en aquel parage, grande como la copa de un sombréro, el qual se tapará despues con una chápa de hója de lata algo convada con su agujeríto enmédio. Y estando bien clavada ésta lata, se pasará el cordon con el aplómo, y se trazará la meridiána como dexámos explicado: que bien puede hacerse un dia ó dos ántes de los que déxo señalados de Marzo y Setiembre.

Una vez hécha ésta, yá és fácil hacer la de la sala. Y el módo será poniéndose una persona en élla con un lapiz en la mano; y que ótra persona esté en el desvan; y al mísmo tiempo que éste vé que el sol éntra yá en la meridiána, dispare una pistóla, ó hága ruido de ótro qualquier módo, para que el que está en la sala se prevénga. Y apé-

nas el sol dé perfectamente en la meridiána, dispare otra pistóla. Entónces el que está abáxo señale con toda prontitud y cuidado un púnto en el suélo. De allí á dos ó tres meses repitan éstos dos sugetos la mísma operacion. Tírese una línea por éstos dos púntos, y la meridiána quedará hécha.

Tambien se pudiéra hacer ésta mísma meridiána, si hubiése ótra á un quarto de legua (ó mas) del parage, disparando un cañón de artillería: que aunque el tiempo que se tardase en oír el tíro, parece que ocasionaría que la meridiána quedase atrasada; és tan corto el tiempo que se tarda en oir dícho tíro, que no merece la pena en éste asúnto.

De la quarta de círculo.

Daré una bréve explicacion de éste instruménto, por ser muy esencial para construir los reloxes solares. Qualquiera persona lo podrá hacer para su uso del tamaño que le parezca, y del módo que explicaré.

En un carton, pedazo de marfil ú ótra cosa bien plána, como la figúra 112, lámina 18, tírese la línea *a e*. Tírese tambien sóbre élla la perpendicular *c a*. Désde el púnto *a* trácese la parte de círculo *e c*, y ésta és la quarta que ahóra és menester repartir en 90 grádos: para cúyo efécto se trazarán tambien ótras porciónes de círculos á voluntad, v. g. tres juntas *y n*, de las que dos se dividirán en 9 partes, y cada úna de éstas en 10. Lo mísmo se hará con el círculo mas interior; pero se há de empezar á contar trocadamente, como se vé en dicha figúra 112, pues contando désde *y* á mano derécha, empiéza por 10, luego 20 y

30 &c. La division interior empiéza por arriba, y así á la derecha del lado *y* remata en 90. Ésto sírve para tener de una vez los compleméntos, v. g. 50, que á su lado en el círculo exterior sígue el 40, que és el compleménto de 50, pues acabala hásta 90, y así en los demás grádos.

Además hé trazado tambien las quartas del círculo *b c d f g*, y ótras infinítas, que podrá el curioso poner para hacer diferentes tamaños de reloxes, v. g. para tomar la altúra de Madrid, que és de 40 grádos y 26 minútos: en el relox, figúra 113, lámina 19, dada la parte de círculo *h f*, trazada désde *a* con ésta mísma abertúra de compás, puesta una de sus púntas en la quarta, figúra 112, llegará el compás désde *a* hásta *y*. Ahóra puesta una púnta del compás en *y*, y llegando con la ótra un poco mas allá de los 40 grádos (como casi la mitad de un grádo) se tendrá la altúra de Madrid.

Lám. 19. Fig. 113.

Si ésta abertura de compás se hubiera trazado mas pequéña en la figúra 113, como désde *n* hásta *r*, se hallaría que en la quarta de círculo, figúra 112, llegába désde *a* hásta *f*; entónces puesto el compás en *f*, y llegando hásta el rádio *s*, que és el de los 40 grádos, se tomaría la altúra en la parte de círculo *f p*.

Ésto mísmo demuéstra que las demás quartas de círculo de dicha figúra 112, como son *d c b*, y ótras muchas que se puéden trazar, son para diferéntes abertúras de compás, que se puéden ofrecer.

Definicion de un relox horizontál.

Para cerciorarse de una vez en el como se háce un re-

lox horizontal, cúyas líneas aunque á várias distáncias, miden exâctamente las hóras: tírese v. g. sóbre un cartón quadrilóngo la línea *e g*, figúra 113, lámina 19: tírese tambien una perpendicular á ésta, que será *a b c*, y ésta última será la meridiána. Póngase una púnta del compás en *a*, y con la ótra á voluntad, supongámos désde *h*, trácese una porcion de círculo *h f*: tómese en una quarta de círculo, como la de la figúra 112, la altúra del parage donde há de servir el relox, como explica la tabla de las Villas y Ciudades, que mas adelante póngo en el capítulo de la Geografía; y si supóngo és Madrid, se hallará que está en 40 grádos y 26 minútos. Tómense como digo éstos, y pónganse désde *h* hásta donde alcance el compás, que será en *f*; tírese désde *f* hásta *a* una línea, y entónces éste triángulo *a h f* será positivamente el gnomón ó gomón. Lám. 19. Fig. 113.

Póngase despues una púnta del compás en el céntro *b*, y llegando con la ótra hásta la línea *a f*, trácese la porcion de círculo *c d*, y désde *c* hágase el médio círculo *m x*. (Ótros hácen ésta operacion de ótro módo, que viene á ser lo mísmo). Tiran una perpendicular *d* sóbre *a f*, que vénga á parar en el céntro *b*: tóman ésta distáncia *b d* con el compás, y sin abrirlo ni cerrarlo, la ponen désde *b* hásta *c*. Con ésta mísma abertúra de compás tiran désde *c* el médio círculo *m x* que és lo mísmo; pues el rádio *b d* és igual á el *b c* y á *c m*, ó á *c x*. Por lo que para mayor brevedad se proferirá el priméro de éstos dos métodos.

La quarta que fórman *m c b*, se dividirá en seis partes *m s o t r u b*, y désde cada úna de éstas divisiones hásta el céntro *c*, se tirarán las líneas *c s*, *c o*, *c t*, *c r*, *c u* y *c b*; y que lléguen hásta la lína *e g*; y désde aquéllos parages ó

púntos de interseccion que tócan dicha línea hásta el punto *a* se tirarán las líneas 1, 2, 3, 4, 5, que son las hóras.

El púnto *b* se destina siempre para las 12. Ahóra transfiriéndo la distáncia que háy désde la 1 hásta *b*, del ótro lado de *b* serán las 11. Haciendo lo própio con la distáncía que háy désde las 2 hásta *b*, y trasplantándola del ótro lado de *b* (siempre en la mísma línea *b g*) se tendrá las 10: y operando así con las demás hóras, se tendrá las 9, las 8 y las 7, todo sóbre la línea *e b g*.

Si se tira ótra línea *p q*, que pase por el céntro *a* del relox; que séa paraléla á la *e b g*, no habrá mas que señalar 6 y 6 sóbre élla: entónces las 6 que están junto á la *q*, serán las 6 de la mañana, y las ótras 6 que están cerca de la *p*, las 6 de la tarde.

Con que yá tenemos un relox, que señala désde las 6 de la mañana hásta las 6 de la tarde. En el siguiente, aun que báxo de las mísmas réglas, daré la figúra regular, y añadiré las demás hóras.

Ténga cuidado el lector: lo priméro que *a* és el céntro del relox y del gomón, cúya púnta *f* señala el pólo Ártico; y que la línea *a f* siendo el éxe del mundo, el púnto *a* indíca hácia donde está el pólo Antártico.

Y lo segundo que *a h* és siempre la meridiána. Y así como hémos visto en la figúra 108, lámina 18, que *b e c a* és tambien el meridiáno; y que *r t* que és la equinoccial, le córta en ángulos réctos: lo mísmo sucéde en éste relox y en los demás: pues *e g*, que és la equinoccial, tambien córta en ángulos réctos el meridiáno *a h*.

Explicacion de un relox horizontal para la latítud de Madrid.

Sabido una vez lo que lo és meridiána, y los fundamentos de un relox horizontal, tracémos uno por ser el mas fácil de la Gnomónica.

Primeramente si há de ser en madera, piedra, metal ú otra cosa, se procurará que su superficie esté bien plána, y ésto se háce poniendo una buena régla encima, y quitando de donde levante hásta tanto que esté perfectamente plána.

Hécho ésto se tirará por médio de élla una línea *a b*, figúra 114, lámina 19, la que désde luego será la meridiána: despues se tirará otra línea *f f*, perpendicular á dicha meridiána (quiéro decir que éste perfectamente á esquadra con élla). Ésta línea *f f* de un lado y de ótro és para las 6 de la mañana, y las 6 de la tarde. Lám. 19. Fig. 114.

Désde el púnto *i* que és donde se crúzan éstas dos líneas, se trazará una porcion de círculo á voluntad, v. g. désde *b* hácia *c*.

Luego en la quarta de círculo, figúra 112, lámina 18, se tomará désde *y* la altura de la Villa de Madrid, que está en 40 grádos y 26 minútos. Y ésta abertura de compás se pondrá désde *b*, y llegará hásta *c*. Désde la interseccion *c* hásta el céntro *i* se tirará la línea *i c*: y yá tenémos el gomón, que será *i b c*; pero como para éste relox sería demasiado grande, se le podrá quitar la porcion *p c b*, pues regularmente se le dá de largo una mitad del quadrante. Para ésto se trazará primero en un carton; pero cuidado no

achicárle nada del lado *i c*, ni tampoco del de *i b*.

Luego se tirará tambien á voluntad désde mas cérca ó mas léjos, la línea equinoccial *g g*, paraléla á la ótra *f f*. Y désde el púnto de interseccion *e* que háce con la meridiána, como centro del equador, se tirará una línea *e h*, perpendicular á *i c*.

Se tomará el largo de *e h*, se trasplantará désde *e* hásta *p*, y se tirará la paraléla *q p*. Se trazará désde el púnto *p* la quarta de círculo *p r e*: ésta se dividirá en seis partes; y désde el céntro *p* se tirarán líneas, que lléguen hásta la *g g*. Luego désde el céntro *i* pasando por éstos púntos, se tirarán las líneas *i* 1, *i* 2, *i* 3, *i* 4 y *i* 5, pues en la meridiána tenémos las 12.

Ahóra se tomará con el compás la distancia que háy désde las 12 hásta la 1; se pondrá del ótro lado de las mísmas 12, y serán las 11. Tomando la distancia désde las 12 hásta las 2, y puesta del ótro lado, serán las 10. Y así se irán tomando todas las demás hóras, y á iguales distáncias se pondrán del otro lado, para las hóras de la mañana.

Se prolongará ó alargará la línea *i* 7 al ótro lado del céntro *i*, y serán las 7 de la tarde. Alargando asimísmo la línea *i* 5, serán las 5 de la mañana.

Si lo permite el quadránte, se pueden tambien alargar las líneas *i* 4 y *i* 8, y se tendrá las 8 de la tarde, y las 4 de la mañana; pero ésto és bueno para ótros países mas al Norte que Madrid [1].

Si se quisieren tener las médias hóras, se dividirá dícha

(1) Aunque tambien pueden servir para ésta Corte, si el relox está en sitio en donde le dé el sol désde que nace hásta que se pone.

quarta *p r e* en 12 partes, de las que yá hémos visto, que alargadas las seis de éllas, son para las hóras; y si tambien se alargan las otras seis, que caerán en el médio de éstas, serán para las médias hóras.

Si se deseare tener los quartos de hóra, se dividirá la quarta *p r e* en 24 partes.

Para poner éste relox en el parage que há de permanecer, se hará priméro una meridiána, y luego se pondrá el quadránte, observando que la de éste cáiga perfectamente en el úno y ótro extremo sóbre élla, y quedará puesto el relox de sol como corresponde.

Del módo de hacer un relox vertical.

Separandonos de todas las dificultades que háy para hacer éste relox, como son v. g. el tomar el ángulo que débe fórmar el gomón, pues así como en el horizontal és la altúra del polo, en éste le coresponde ser el compleménto de dícha altúra.

Además de ésto, la declinacion de la pared, pues rarísima és la que se hálla perfectamente al Médiodia; y ótras muchas cosas á qual mas engorrosas. Sigua el lector el método siguiente.

Tómese un buen relox horizontal (quanto mayor será mejor): levántese un tablado ó andamio *a*, figúra 115, lámina 19, júnto á la pared donde se quiera hacer el rélox vertical. Lám. 19. Fig. 115.

Encíma de éste póngase una mésa bien sujeta, para poder trabajar con mas comodidad y precision. Sóbre ésta trá-

cese una meridiána; y sóbre ésta póngase (del módo que déxo explicádo) el relox de sol horizontal, bien orientado y cercano á la pared, en quanto pueda pasar el constructor éntre ésta y la mésa.

Dícho relox estará tambien sujeto para que no se menée: y que en ésta situacion se hálle que el relox está frente de la pared, ó de sesgo no importa.

Entónces el constructor podrá hacer la operacion siguiente, como se vé en dícha figúra 115.

Désde la púnta ó ángulo *c* del gomón, pasando por encíma de él lo largó de *c n*, se tirará con un córdon *b* la línea *c n b s*; y el púnto *s* que señalará en la pared, será el céntro del gnomón, quien deberá estar exâctamente en el mísmo parage que dícho córdon.

Désde el mísmo púnto *c* con ótra cuérda se tirará lo largo de la meridiána del relox hásta la pared la línea 12, que alargada despues hásta el púnto *s*, será la meridiána del relox vertical.

Y poniendo asimísmo ésta segunda cuérda sóbre las demás hóras, se tendrán en la pared. Con el bien entendído, que así como la 1, las 2, las 3 &c. en un relox horizontal dében estár á la izquiérda, y las hóras mayóres á la derécha: aquí se encontrará, que las hóras menores están á la derécha, y las mayóres á la izquiérda, que és positivaménte lo que corresponde en los reloxes verticales. Y éste estará hécho perfectamente, pues aunque parézca ésta construccion mecánica, no lo és, y mas si se considéra, que el ángulo récto del gnomón de un relox vertical débe sentar sóbre el pláno con la línea mas corta del triángulo, y en

el horizontal con la meridiána; pero en úno y en ótro caso sóbre las 12 [1].

Trazando un relox vertical como queda explicado, se encuentra, si és declinante ó nó, todo hécho: y no sabe el lector el trabajo que cuestan hacer los reloxes declinantes ó inclinantes. Además que despues de trazados, no serán tal vez tan seguros como éste.

Soy de sentir que para hacer un relox vertical grande, siendo tan fácil hacer un relox horizontal, siempre que se quiera hacer uno vertical, se hága uno horizontal tambien grande, para que siendo sus líneas bastante largas, demuestren los cordones en la pared los púntos con mas exâctitud.

De los reloxes orientales y occidentales.

Éstas dos clases de reloxes son iguales. Están trazados úno y ótro sóbre el pláno del meridiáno del sítio donde há de servir. El priméro del lado del Oriénte, y el segundo de el del Occidénte.

Para hacer un relox horiental, se tirará la línea *h r*, figúra 116, lámina 19, paraléla al horizonte, y ésta será la línea horizontal de éste relox. Se tomará en élla el parage que se quiera para el pié del gnomón, v. g. en *p*. Lám. 19. Fig. 116.

Despues se tirará désde éste púnto la línea *c a*: con tal que el ángulo *c p r* débe ser la altúra del pólo. Despues se tirará la línea *e n*, perpendicular á la *c a*: dícha *e n* será

(1) Y particularmente se manifiesta que el ángulo de éste gnomon con su meridiána (siendo el relox vertical) debe ser igual al del compleménto de la altúra de pólo, y más si se repára que el ángulo que forma la cuérda *c n b s* és éste mísmo.

la equinoccial, y la *c a* será la línea de las 6. Se tirará ótra línea *h a s*, paralélа á *e n*: y désde el céntro *a* se trazará la quarta de círculo *a p s*, que se divídirá en seis partes, y de las quales se tirarán las líneas para las hóras en la línea *e n*, como en los reloxes horizontales.

Se trasplantarán del ótro lado las VII y las VIII, para tener las V y las IIII. Y en cada una de éstas hóras se tirarán líneas paralélas á *a c*. Y está hécho el relox oriental, en el que se manifiésta no poder señalar las 12.

Lám. 20. Fig. 117. Para hacer un relox occidental, figúra 117, lámina 20, se observarán positivamente las mísmas réglas, solo que el quadránte y todas las hóras están puestas al revés, como se vé en dícha figúra. En úno y en ótro de éstos dos reloxes el gnomón há de ser paralélo á la línea *a c*. Con que si se pone un clavo en el púnto *p*, y ótro en el púnto *a*, que sobresaliéndo ámbos igualmente de la pared, se sujéte encíma de éllos una varílla de hierro, estará el gomón hécho, y dícha varílla será positivamente el éxe del relox.

És evidénte que un relox de sol oriental señala solamente las hóras de la mañana; y que no señala las 12, pues en el tiempo que el sol debiéra hacérlo, se quita del relox.

Por ésta mísma razon está construído al revés el relox occidental, en el qual el sol empieza á señalar las hóras désde la una.

Advierto de paso, que si se hiciese en los países que están báxo la línea equinoccial (donde no háy altúra de pólo) un relox oriental ú occidental, entónces las líneas de las hóras serían paralélas á la línea horizontal.

Yá tiene el lector los reloxes mas usuales y precísos, pues déxo expuestos el relox horizontal, el vertical, el

oriental, el occidental y el dícho vertical, que tambien será declinante, si la pared declína.

CAPÍTULO V.

De la Astronomía.

La Astronomía és la ciéncia de las estréllas, planétas, cométas, y demás cuerpos celéstes, como tambien la de sus movimientos, magnitúdes, luz y distancia. Su orígen és muy confúso en lo antíguo.

Josefo afirma en su *História de los Judíos* (1), que la ciéncia y conocimiento de los ástros procede de los descendientes de *Seth*. Pero lo cierto és, que despues del dilúvio universal el primero y mas famoso que se conoció en la Astronomía, fué *Uranus*, Rey de los primeros habitantes del Océano Athlántico.

Zoroástes, que és á quien se atribuye ser el inventor de la Mágia, fué admirado por las grandes luces que adquirió en la Astronomía.

Pero no habiendo pasado á la posteridad el frúto de éstos primeros Astrónomos, se dúda fuésen tan inteligentes como los modérnos. Por lo que algunos sábios créen, que la que és positivamente Astronomía, se débe á los Hebréos en general: que éstos la enseñáron á los Egípcios; y éstos á los Caldéos. Pero Astrónomos de autoridad asegúran lo contrario, y afírman que los Caldéos son los autores de élla; y que de éstos la aprendiéron los Egípcios. Mas dí-

(1) *Histoire des Juifs.*

cen. Que el primer Astrónomo que éra Caldéo se llamaba *Bélo*, segun Diodóro Sículo [1].

Mas asegúran todavía, y és, que en las pirámides de Egípto no estaba destinada su figúra piramidal para adórno, y sí para tomar con sus sombras la altúra del sol.

De los Egípcios pasó la Astronomía á los Griégos, segun *Herodóto*. Y *Anaximándro Milésio* (por ser natural de Mileto) inventó la Esféra.

Hásta aquí és la historia de la Astronomía antigua, pero la de la modérna és tan exténsa, que me imposibilíta ponerla éntre los córtos límites de éste libro [2].

Cerca de dos siglos há que está haciendo rápidos progresos la Astronomía, y mas con el socorro de los anteojos de larga vista, telescopios, y reloxes de péndula real.

Divídese la Astronomía en tres partes, que son *esférica*, *teórica* y *comparatiba*.

La Astronomía *esférica* demuestra el comun movimiento de las estréllas alrededor de la tierra en 24 hóras. El fin principal de ésta ciéncia és enseñar el módo de hallar en qualquier tiempo propuesto lo largo del dia y de la noche, el salir del sol, el crepúsculo del amanecer y el anochecer, el ocaso y el levante del sol, de la luna y de las estréllas, como tambien el lugar de cada estréll a en el firmamento.

Para poséerla se necesita saber la Trigonometría *esférica*: y ésta és tambien la Astronomía de *Ptoloméo* ó *Tolemáica*.

(1) Libro 2, cap. 8.

(2) El curioso la hallará si lée á *Cassini*, *Renaudot*, *Keyl*, *Tosca*, y ótros.

La Astronomía *teórica* solo explíca la teórica del movimiénto de los ástros, sin resolver los problémas.

La Astronomía *comparatíva* és la árte de señalar el tiempo en que tal, ó tal fenómeno débe suceder, segun que el Astrónomo observa éste ó el ótro planéta.

Háy tambien la Astronomía *física*, con la qual se exâmina la naturaleza de los cuerpos celéstes, y las razones naturales de su movimiénto.

És la Astronomía tan útil y preciósa, que serían necesarios tómos entéros para circunstanciar sus riquézas. Buena prueba és el que sin élla no háy Geografía ni Náutica, por ser la alma de éstas dos ciéncias tan estimables como precisas. És constante que no se puede indicar un parage ó sítio en el glóbo terréstre, bien séa en tierra, o bien séa en mar, sin saber dos cosas, que son la longitud, y la latitud.

Pero salgo de mi asúnto, que és la reloxería, y así volviendo á él, hablaré de ésta ciéncia en lo que séa mas útil para élla. En la Gnomónica yá há vísto el lector una corta explicacion del glóbo terréstre ó de la esféra. Y ahóra le daré únas, aunque limitadas luces del sol, luna y estréllas.

Del sol.

Por decontado el sol és el que nos ríge para el arreglo de nuestros reloxes. Éste és un ástro, cúya figúra és esférica y luminósa: que siendo el orígen del calor y del fuego, resplandece con su própia luz [1]. De dícha luz partici-

(1) Así lo aseguran *Platon*, *Pitágoras*, *Kirker*, y otros.

pan los demás planétas. Segun Cassíni, la mayor distáncia del sol á la tierra és 22374 semidíametros de ésta: su distáncia intermédia és 22000; y la mas pequéña és 21626.

El diámetro del sol (segun *Auzout*) és igual á 100 diámetros de la tierra; pero *Newton* le supone mayor. Y finalmente los mas le dán 110 diámetros.

Advierto aquí de paso una cosa esencial. Que no és mi intencion asegurar, no ser el sol quien camina alrededor de la tiérra, ó si ésta camina alrededór de aquél. Soy Católico Christiano, conózco que haciendo las observaciones astronómicas segun el sistéma Copernicáno, parece salen mas exâctas, que siguiendo el usual de Ptoloméo, pero tambien se opónen á la sagrada Escritura en aquéllos parages que dicen: *Sol contra Gabaón ne moveáris. Steteruntque sol et luna. Stetit itaque sol in medio cali, et non festinavit occumbere spatio unius diei*: con los quales se acomóda perfectamente el sistéma comun. Sé tambien que éste está desechado en las Académias extrangeras: con que con éstos motívos, y el de nó ser mi pluma, ni bastante diestra, ni destinada á la defensa de úno ni ótro: digo lo priméro que el lector podrá léer el *estado de la Astronomía de Europa*, del célebre Don Jorge Juan, como tambien *la indagacion ó reflexiones sobre la Geografía* por Don Manuel de Aguirre, Capitan y Ayudante en el Regimiento de Caballería de Borbon, que tambien éran Españoles y Católicos; y lo segundo que sóy Vizcaíno, y como buen Español és mi firme intencion seguir y créer, quanto manda la Santa Madre Iglesia Católica. Báxo de éste supuesto, si dixere aquí algo del sistéma Copernicáno, és para explicar del módo que las Académias extran-

geras católicas lo entienden; pero nó para que se síga porque lo dígo. Y si algun extrangero replicase, que cómo puede ser que tantos hombres grandes se engañen en no adoptar el sistéma Copernicáno, y sí el Tolemáyco, les respondería con diferentes autores respetables, que quien podrá adivinar los arcanós de Dios: además, qué sabemos si su Divina Magestad no quiere permitir conozcamos el Tolemáyco, siendo tan arreglado á la Sagrada Escritura, para mas humillar nuestros corazones? Creame el lector: ésta discreta respuesta no és mia, sinó del mas célebre Matemático que há conocido la Europa en éste siglo.

Corre el sol la eclíptica de Occidénte á Oriénte en el término de un año, se entiende en 365 dias, 5 hóras y 49 minútos con corta diferéncia.

La eclíptica és uno de los círculos máxîmos de la esféra que corta la equinoccial diagonalmente, fórmando un ángulo de 23 grádos y 29 minútos. Dícha eclíptica se divíde como los demás círculos en 360 grádos, á excepcion de que éstos no se cuentan como en los demás, porque se divíde en 12 partes iguales.

Dícho ángulo de 23 grádos y 29 minútos que és la obliquidad de la eclíptica, se fórma de éste módo. Conociendo la altúra del pólo, v. g. en Madrid que está en 40 grádos y 26 minútos, obsérvese la altúra del sol sóbre el horizonte en uno de los solstícios: ahóra del complemento de la altúra del pólo, que és igual á la altúra del equador, réstese la altúra meridiána del sol, y el residuo será la obliquidad de la eclíptica. Verdad és que ésta obliquidad varía con los años, aunque poco.

De la luna.

La luna tiene sus meses sinódicos, que son de 29 dias, 12 hóras y 45 minútos. És un planéta que acompaña á la tiérra. No tiene luz de sí mísma; pero se la comuníca el sol. Como sola su mitad está alumbrada, ofrece á nuestra vísta á veces mas y ótras ménos, parte de ésta mitad, y és lo que dividímos en quartos crecientes, menguantes &c.

La revolucion ó vuelta que dá éste planéta alrededór de la tiérra és en 27 dias, 7 hóras y 43 minútos; y és particular, que éste mísmo tiempo tarda en dár tambien una vuelta alrededór de su mísmo éxe, mediante lo qual no presenta siempre la mísma faz á la tiérra.

Su distáncia á ésta és de 59 semidiámetros de la tiérra. Ótros autores dán 60, ú 60 $\frac{1}{3}$ ú 60 $\frac{1}{2}$. *Newton* la pone á 61, y añade que el influxo ó poderío de la luna tocante al flúxo y refluxo del mar, és al del sol como 6 $\frac{1}{3}$ és á 1.

Díxe que la revolucion de la luna alrededór de la tiérra se háce en 27 dias, 7 hóras y 45 minútos, que és un mes periódico: pero como en éste espácio éntre tiérra y luna, su satélite ánda cási un sígno entéro, se sígue que el púnto de la órbita de éste planéta en la última conjuncion ó luna nueva, estará muy adelantado hácia el Occidénte, por cúyo motívo no estará en nueva conjuncion con el sol hásta dos dias y 5 hóras despues, cúya cantidad añadiéndola al mes periódico, se tendrá el mes sinódico que és de 29 dias, 12 hóras y 45 minútos. Ésto és lo precíso que á un reloxero importa saber. Verdad és que en la Astrolo-

gía judiciaria se hácen algunas observaciones, que muchas veces salen ciertas; pero éstas se experiméntan en ciertas ocasiones del año, y nó en todo él.

Tocaré de paso mi sentir en púnto á los ástros, asúnto que en nuestra pátria véo con la mayor repugnancia créer que los ástros influýen para que llueva ó hága séco. La ceguedad con que tantos consultan el almanak para vér si tal dia hará buen tiempo, és una cosa que repetidas veces me há hécho considerar el como és posible que muchísimos hombres, que seguramente están adornados de un entendimiento claro, de unos sentídos muy despejados, y una coversacion discreta, cáigan en semejante error. Pues por poco que hubiesen profundizado en éste axîoma, conocerían que no háy mas causa que la verdadera, y ésta és los altísimos juicios de Dios nuestro Señor: ésta és la que opéra, no solo en las causas que nos parecen regulares, sino tambien en las extraordinarias.

En el año de 1779 tuvímos una sequedad tan grande en Madrid, que hiciéron repetidas rogatívas para que lloviese. És de advertir que en Astúrias, Castilla y Valéncia llovió muy bien. Ahóra exâmíno yo, si el ástro que pudiera impedir que lloviése en Madrid, dónde podía estár? y dígo: si és por la longitud, la que háy de Madrid á Valéncia, no merece la pena, en comparacion de la que háy de la tiérra á la Luna, Vénus, ú ótro qualquiera de los planétas ó ástros mas cercanos, á quien se le pueda atribuir tanta influéncia. Si és por la latitud, á la mísma de Madrid, llovió en Castilla, y exîste la mísma razon. Luego así como aquél ástro no pudo impedir que lloviése en Valéncia ni en Castilla, tampoco debía de estorvar que llo-

viése en Madrid, con que el sistéma de los ástros en éste asúnto sale falso. Ahóra si yo fuéra Orador, y en lugar de un libro de reloxería, escribiése un Sermon, puede lo atribuyése á mas justas cáusas.

Al mes de haber escríto éste capítulo, y de suceder dicha sequedad, nos favoreció la misericordia divina, enviándonos copiosas llúvias, que fertilizáron éste país, prueba que mi proposicion és cierta, á ménos que el ástro que nos impedía la agua fuése tan pequéño, que su actividad no alcanzase á toda España, ó tan flaco de memoria, que no se acordase de los hijos de Madrid.

Pues nada dígo de los cométas. És tan ciego el error que tan sin motívo se les infunde á muchos en apareciendo alguno, como el temor pánico quando vén una auróra boreal.

En tiempo de Neron empezáron á créer que quando se veía un cométa, éra señal fixa de que moriría alguna tésta coronada, por haber muerto aquel Emperador en la época de vérse úna muy grande. Y és tal la sencilléz de muchos, que con poséer mejores luces (pues al fin aquéllos éran Gentíles) créen todavía semejante patraña, é ignoran que los cométas son unas estréllas lo mísmo que las demás.

No és menor el créer que aquéllos que nácen báxo de éste ó el ótro planéta síguen su influxo. Dícen que quando úno nace báxo el domínio de Vénus és muy luxurioso: si báxo del de Satúrno muy melancólico: si del de Márte muy quimerísta &c. y así ván añadiendo multitud de disparates, y atribuyendo á cada planéta ó sígno la malignidad ó bondad que se les antoja, y extráño que cierto

autor Español (que por lo demás és muy respetable) indíque, aunque sin afirmarlo, el módo de sacar el sígno de un niño quando nace: como si el ser dado á los vícios, ó el ser hombre de bien y aplicado, no tomase su princípio en la crianza que dán los padres á los hijos, y en llegando éstos á grandes en el santo temor de Dios.

Lo peór de ésto és unos quantos libríllos impresos, cúyos autores de compasion no quiero citar, en que nos añaden que el que tiene la naríz áncha és hombre falso; el que tiene la mano chíca és vicioso, y ótras hablíllas de viejas que no merecen ciertamente repetirse. Y la desvergüenza de éstos no pára aquí, pues aún se atreven á pronosticar, que el que és de ésta ó la ótra complexîon, morirá en la niñéz, en la mocedad ó en la senectud. Lástima sería en tal cáso no seguir tambien la *chiromancia* ó árte de la buena ventura.

Tocánte al Áureo número, Epácta, Cíclo solar, Letra domínical, Eclípses &c. si que son púntos que por réglas fixas los Astrónomos dében saber, como los sígnos en que éntran las lunas y otras cosas á éste tenor, pero tocante al tiempo que hará, si habrá buena cosecha, abundancia de granos &c. lo niego; y bien saben éllos que tengo razon, y de nó que quiten el *Dios sóbre todo*, que ponen al fin del juício del año.

Yo siento ser algo sério en éste capítulo; pero juzgué muy del cáso insinuar á mi lector el que hága mas cáso de Dios, y de lo que sus altísimas diposiciones nos demués-tran, como se vé en la Física, que no de quantas estréllas háy en el cielo. Siento, como dígo, parecer sério, pues naturálmente sóy de un humor alégre, sin dárseme un ble-

do báxo de que planéta pueda haber nacido. Venéro la sagradra Escritura, ésta no me dice quando hé de morir, luego los demás líbros que me lo supongan, serán para mí superfluos é inútiles.

En países que ciertamente están bien ilustrados en el conocimiento de las ciéncias cáen en otros errores semejantes á los yá citados: pues háy sugetos que créen, y aún quien asegura que háy habitantes en la luna, fiados en que aquéllas manchas que descubrimos en élla, parecen con el telescópio montes, valles, lagunas y mares, y que siendo ésto así, és preciso háya hombres en élla.

Confieso no hallarme bastánte sábio para disputar éste argumento, y mayormente quando lo acredíta con *Keplé-ro*, *Hevelius*, *Huygenio* y ótros que son Matemáticos de profesion, y yo nó: pero por lo mísmo, acudiendo á dícha sagrada Escritura, no hállo parage alguno que mencione los habitantes de la luna. En el ínterin celebraría tuviesémos un telescópio, cúya lénte fuése suficientemente grande, para vér aquéllos caballeros y madamas qué trages úsan, y qué modas gastan: y siendo ésto cierto, tambien lo será el que en tiempo de Adán ó de Noé, había yá carros vólantes, para que hubiésen llevado á sus hijos á poblar aquél glóbo. Pero volvámos á mi asúnto, y explicaré lo que és Aureo número, Epácta &c.

Del Aureo número y Epáctas.

El Aureo número és una revolucion de 19 años que tarda la luna en hacer su gíro; y al cabo de éstos lo vuel-

ve á empezar en el dia primero del año (1).

Éste círculo del Áureo número le ordenáron los Atenienses, segun el *Padre Hualde*, para igualar los años lunares con los solares. Porque siendo el solar de 365 dias y 6 hóras (ménos los once minútos escásos), y el lunar de 354, la diferéncia de casi once dias les dió motívo para observar en qué tiempo volvía la luna á comenzar sus aspectos ó fases ótro tal dia primero de Enero. Y habiéndose persuadido que á los 19 años cumplidos, la remitiéron á Roma, y éstos la recibiéron con tanto aprécio que la escribiéron con letras de oro. Pero habiendo acreditado el tiempo que á dícha cuenta del Áureo número se adelantaba el cúrso de la luna en cada 312 años mas de un dia, dexáron la sobredícha cuenta en la Correccion Gregoriána, y en su lugar estableciéron la de las Epáctas, que al presente se sígue, cúya órden se fórma en la siguiente demostracion.

Áureo número.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Epáctas.....	*	11.	22.	3.	14.	25.	6.	17.	28.	9.	20.	1.	12.	23.	4.	15.	26.	7.	18.

Hiciéronse cargo, que empezando el Áureo número ó cúrso de la luna, el dia primero de Enero, que los cási once dias sobrantes de aquél año, éran entrada para el segundo, como se demuéstra en ésta cuénta, en la que prosiguiendo con el mísmo órden, resulta que al cumplir los 19 años, salen 18 de Epácta, á la qual añadiendo, sóbre

(1) Esto és, que en dichos 19 años háce la luna todas las diferencias de fases; y acabadas comienza las mísmas, aunque no á las mísmas hóras.

los once regulares, ótra Epácta más, se conclúye con la cuenta del dícho Áureo número, en cúyo círculo se adelanta el cúrso de la luna una hóra, 28 minútos, 3 segúndos y $\frac{15}{3}$, y siguiendo éste rúmbo se disponen los almanakes públicos.

Para sacar ésta cuenta del Áureo número, háy réglas muy breves y fáciles. La mas clara és añadir á qualesquier año úno mas (por haber entrado el año del nacimiento de Christo Señor nuestro con Áúreo número 1) y partírle por 19. El número sobrante será el Áureo número, y al tal número sobrante la Epácta que le corresponda, se hallará en la precedente tábla, v. g.

Quiero saber qué Áureo número fué el año de 1780, añadiendo 1 mas son 1781, y partídos éstos por 19 sobran 14, y éste fué el Áureo número de aquél año, y en dícha tábla véo que al número 14 le corresponde la Epácta 23.

Quiero tambíen saber que Áureo número y Epácta corresponderán al año de 1793: añádo 1, y divído por 19, sobrá 8 de Áureo número, y á éste corresponden en dícha tábla 17 de Epácta.

Siguiendo éste mísmo órden, se puede saber de ótro qualquier año, miéntras no háya alguna novedad en la Epácta, la que con precision ha de haber (segun afirma dícho Padre Hualde) en el centésimo que no se intercále el dia de biséxto, qual la húbo el año de 1700, y la habrá al terminar el de 1799.

Me explicaré. El año de 1699 sobráron 10 de Epácta, y para el siguiente año solo tomáron 9, porque quitáron una Epácta para hacer las equaciones de luna.

De la Létra Dominical.

Ésta solo la pongo, porque como algunos reloxes antíguos la tienen, para que el lector aficionado sépa lo que és.

Por las siete primeras létras se numeran los siete dias de la semana, contándolos por su órden *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, que és lo mísmo que decir 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y teniendo el año 365 dias, hácen 52 semánas y un dia. Supuesto ésto, por tener necesidad la Iglésia de saber con anticipacion la proporcion de las Dominícas, para celebrar la Pascua en el menguante de la luna de Marzo, tiene dispuestos éstos números ó létras equivalentes, contándolas retrogradamente de éste módo.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
G.	F.	E.	D.	C.	B.	A.

Éstas siete létras contadas por éste órden, equivalen á los siete números referidos, y se reparten y destínan de éste módo: para el Lúnes la G: para el Mártes la F, para el Miércoles la E &c.

Advierto ésto, y de que el año biséxto tiene un dia mas, y por éso sírven aquél año dos létras: la úna hásta el dia de San Matías, y la ótra el résto del año. Puede qualquier curióso inteligenciarse en ésta dícha cuenta con facilidad.

Del Cíclo solar.

El autor mas antíguo del Cíclo solar, llamado tambien Cíclo Pasqual és *Teóphilo*, Obispo de Alexandría, famoso Matemático de Egípto, quien le formó por mandado del Emperador *Teodósio*, y lo escribió en el año de 381 de nuestro Señor Jesu-Christo.

Dícho Cíclo solar és un período de 28 años, despues de los quales los Domingos, y demás dias de la semana, ésto és, la Létra Domínical vienen á hallárse en su primer órden. El Cíclo se acába siempre en año biséxto: de suerte que se inventó el Cíclo para poder determinar en qualquier año, en qué dias cáen los Domingos, y asimísmo sírve para hallar la Pasqua. Además de ésto los Cronologístas se sírven del Cíclo para saber los años que hán pasado désde el princípio del mundo hásta ahóra, de éste módo.

Se tomará el princípio del Cíclo, désde 9 años ántes del Nacimiento de nuestro Señor, y supongámos estámos en el de 1780, añádanse ótros 9 serán 1789, divídanse éstos por 28, el sobránte 25 será el Cíclo solar de éste dícho año de 1780.

De la Indiccion Romana.

Los antíguos Romanos ordenáron un cierto tiempo de 15 años, con nombre de Indiccion, en cúyos tres quinquénios cobraban la paga de ciertos tribútos: en el priméro cobraban óro para pagar á los Nobles y labrar moneda: en

el segundo cobrában metal de cóbre, y ótras cosas para labrar estatuas; y en el tercero yerro para labrar armas.

Ésta cuenta de la Indiccion se usaba en algunas escritúras, letras apostólicas y actos públicos, por cúyo motívo le pone el Breviario Romano. Comiénzase désde 1°. de Enero, y añadiendo á qualquier año 3 (por haber sido tercer año de Indiccion el del Nacimiento de Christo), y partiéndolos por 15 el sobránte será la Indiccion.

La cuenta del Áureo número y el de la Indiccion son perpétuas. La de las Epáctas y Létras Domínicales tienen variedad segun quéda explicado.

De los sígnos.

Los Astrónomos llaman sígnos celestes á las doce constelaciones que divíden la Eclíptica en doce partes, para servírse de éllos en los doce meses. Sus nombres y caractéres son éstos.

Aries	♈.	Líbra	♎.
Táuro	♉.	Escórpio	♏.
Gemínis	♊.	Sagitário	♐.
Cáncer	♋.	Capricórnio	♑.
Leo	♌.	Aquario	♒.
Virgo	♍.	Piscis	♓.

Éstos se divíden en sígnos septentrionales y meridionales, segun que están en la parte septentrional ó meridional de la eclíptica.

Los séis primeros son meridionales, y los ótros seis septentrionales. El sol éntra cada mes en úno de éllos. Por

exemplo en Marzo éntra en Áries, en Abril en Táuro &c.

Tambien se distínguen en sígnos ascendéntes y descendéntes. Los primeros son los que el sol camína al subír hácia nuestro pólo, y acercándose por consiguiente del Médiodia al Zenít: en la parte boreal del mundo, que és la que habitámos, están Áries, Táuro, Géminis, Cancer, Léo y Virgo. Los ótros séis ocúpan la parte austrál (1).

Mediante los sígnos ascendéntes se determína en qué tiempo crécen los dias; y al contrário los sígnos descendéntes demuéstran los dias en que el sol se vá alejándo poco á poco de nuestro pólo, retirándose por consiguiente del Zenít.

Para que no parezca falta de respéto al público lo que arriba díxe del carro-volánte, trataré abreviadamente de éstos mísmos sígnos en términos de Astrología.

Dígo, pues, que los Astrólogos suponen unas virtudes y unos atribútos particulares á los sígnos; y que empezando por Áries, Léo y Sagitário, dicen que son fogósos, áridos y colércicos: los sígnos Táuro, Escórpio y Capricornio, son terrestres, sécos y melancólicos: los sígnos Géminis, Líbra y Aquário, aéreos, humedos y sanguíneos: los sígnos Cancer, Virgo y Píscis aquósos, fríos y flemáticos. Y de aquí conclúyen que los tres sígnos Aries, Léo y Sagitário fórman el triángulo del fuego. Táuro, Escórpio y Capricórnio el triángulo terréstre. Géminis, Líbra y Aquário el triángulo del áyre. Y Cáncer, Virgo y Píscis el triángulo de la água.

Á los séis sígnos Áries, Géminis, Léo, Líbra, Sagi-

(1) Estos son Libra, Escorpio, Sagitario, Capricornio, Aquario y Piscis.

tário y Aquário los lláman masculínos y diúrnos. Á los ótros séis restantes lláman femenínos y noctúrnos.

Lláman tambien los Astrólogos, comandantes á los séis sígnos septentrionales; y obedientes á los ótros séis meridionales. Y finalmente (aquí és éllo) los distínguen, báxo los nombres de sígnos fecúndos, sígnos de pocos hijos, estériles, humános, razonables, y de buena voz; de voz mediana; múdos, górdos, flácos, robústos, nerviósos, enfermízos; de buen entendimiento, eloqùentes, amigos de la Astrología y cuentas, filosóficos, músicos, viciósos, luxuriósos y colércicos. Así lo trae *Saverien*.

No hé hallado que háya sígnos insensátos. Consistirá en que algunos Astrólogos habrán conservado éste nombre para sí.

Puede ser me digan que confúndo la Astronomía con la Astrología, á lo que respondo, que la Astrología en ésta parte és falsa; y que la Astronomía en púnto á haber habitantes en la luna, no sé sí és verdadera [1].

El amor á una ciéncia nos háce á veces pasar mas allá de sus límites. Naturaleza és maravillósa en sus porténtos. Á mí me sucedió pasando por Montpellier haber vísto en un jardin un tiesto que tenía tres culébras [2]: túve miedo: dixéronme no le tuviése, y que éra una planta que Dios

(1) Bien dixo aquél Poéta que:

En ésto de las estréllas
Es muy segúro el mentir,
Porque nadie puede ir
A preguntarselo á éllas.

Y yo diría: *A vér lo que pasa en éllas.*

(2) Bien entendído que no éra la planta que llamámos *Serpentária*.

había criádo con la figúra totalmente de culébra. Me acerqué aunque con bastánte recélo: yá la tomé con mis manos, y á pesar del tacto de éstas, todavía creía mi vísta que éran culébras; hásta que finalmente, habiéndo aplicado el olfáto, por éste conocí no ser mas que una planta. Salí admirado de élla, y mis ojos apénas podían créer lo mísmo que acabában de exâminar. Luego que mucho será que un cuerpo celéste como la luna, que está tantos millares de léguas: que no tenemos telescópios ni anteójos, por bien fabricados que séan, que nos distíngan mas circunstanciádamente los objetos que vémos en élla. Y aún quando ésto fuéra, no podémos ir á palpárla, como yo híce con la planta de Montpellier; ¿quánto mas sujéto á equivocacion estará el dictámen de que háy habitántes en la luna?

No niego que las manchas que en élla se descúbren, no reverbéran tanto como el résto de la luna, y pues el água no reverbera tanto como la tiérra, de aquí se podía inferir fuésen aquéllas manchas água, y por consiguiente máres. Tampoco niégo se descúbre alrededór de élla una atmósfera. Pero me parece que el negar que háy hombres así en élla, como en los demás ástros, se acomoda mas á la sagrada Escritura, y á la razon natural. Á no asentir con ótros naturalistas que se corroboran en su contrário dictámen, exponiendo que no se débe coartar el poder y sabiduría del Criador del mundo en úno solo, pues si el nuestro és una sola estrélla, cada qual de por sí puede ser ótro nuevo mundo desconocido á los cortos alcances de las criatúras del nuestro, en donde despues de una infinidad de años apénas descubriéron las tiérras del emisfério

occidental, sin conocer todavía las austráles, ni aún las boreales.

De los Planétas.

Yá hémos tratado de los dos principales planétas para nuestro gobierno, que son Sol y Luna; pero como son siete, y á cada uno se le dá un carácter distínto, los pondré como sígue. Prevengo que á cada dia de la semana se le atribúye uno de éstos planétas.

El Sol.....	☉	..... Domingo.
La Luna.....	☾	..... Lúnes.
Marte.....	♂	..... Martes.
Mercúrio.....	☿	..... Miércoles.
Júpiter.....	♃	..... Juéves.
Venus.....	♀	..... Viérnes.
Saturno.....	♄	..... Sábado.

Éstos tienen su movimiento sóbre sus pólos particulares de Occidénte á Oriénte. Alrededór de Júpiter y de Saturno se descubren ótros mas pequéños, que llaman satélites. Los Planétas superiores son Satúrno, Júpiter y Márte, que están mas distántes del Sol. Los inferiores son Vénus, Mercúrio y la Luna [1] (En el sistéma Copernicáno se supóne ser la tiérra uno de los Planétas, y no el Sol; y así á éste le pone en el céntro): bien que ámbos éntran en número como se lleva dicho.

Los dos Planétas Vénus y Mercúrio están (de todos modos) mas cérca del Sol que la tiérra; y por la contrária

(1) El Sol és cáusa de distinguírse los ótros Planétas en superiores é inferiores.

los Planétas superiores por cáusa de su situacion, nos parecen conjuntos y opuestos al Sol: conjúntos quando el Sol está éntre éllos y nosotros; y opuestos quando los tenemos á éllos detrás, y al Sol delánte.

Pondré aquí el resultado de las observaciónes matemáticas de las Académias extrangeras, sóbre los diámetros de los Planétas respecto á la tiérra. Asúnto que un reloxero estudióso no debe ignorar; y despues pondré sus distáncias á élla como punto céntrico, y segun nuestra Santa Fé Católica.

Primeramente el diámetro del Sol és 110 veces mayor que el de la tiérra, 308 veces mayor que Mercúrio, 84 veces mayor que el de Vénus: 166 mayor que el de Márte: $5\frac{1}{2}$ que el de Júpiter: $3\frac{4}{11}$ que el del anillo de Satúrno. Bien entendído que el de dicho anillo és 2 veces y $\frac{1}{4}$ mayor que el diámetro del glóbo de Satúrno.

Ahóra, comparando dichos diámetros de los Planétas con el de la tiérra, asegúran los Matemáticos que la tiérra és cási 27 veces mayor que Mercúrio: que és del mísmo tamáño que Vénus: que és una vez y média mayor que Márte: que és 20 veces menor que Júpiter: que Satúrno és 30 veces mayor que élla (se entiende su anillo), porque solo el diámetro de Satúrno és 13 veces mayor que la tiérra: que ésta és 39 veces mayor que la Luna, segun los antiguos, 43 veces segun los modernos, y 52 segun el *Señor Cassini*.

Distáncia de los Planétas á la tiérra, segun dicho Cassini en semidiámetros terrestres.

Planétas.	Mayor distáncia.	Distáncia mediana.	Distáncia menor.
♄	244000	210000	176000.
♃	143000	115000	87000.
♂	59000	33500	8000.
♀	38000	22000	6000.
☿	33000	22000	11000.

Por no ser molésto no pongo aquí todos los nombres que los Astrólogos dán á los Planétas. Básta decir que á Satúrno, Júpiter, Márte y el Sol los llaman diúrnos: á Vénus y la Luna femeninos: á éstos dos y Mercúrio Planétas ligeros; y separadamente al pobre Mercúrio y ótros que tan présto están léjos como cérca del Sol hermafroditas, sécos, húmedos, &c.

De las estréllas.

Las estréllas son unos cuerpos luminosos por sí mísmos puestos en el Firmaménto; pero no parece son todas de un mísmo tamáño, pues los Astrónomos cuentan seis distíntos éntre éllas; pero al cábo, y en general ignoran si consiste en que así lo han observado; ó en que éstas se aléjan mas de la tiérra.

Todos los Astrónomos convienen en que la distáncia de la tiérra á las estréllas és inmensurable. La razon en que se fúndan para juzgar de ésta distáncia, es que el diámetro de la tiérra, és al de una estrélla como el paraláxe

horizontal és á su diámetro aparente; y siendo así que la experiéncia enséña que el diámetro de la tiérra és un punto en comparacion á la distáncia de las estréllas: luego la tiérra és demasiádo pequéña para producir un paraláxe.

En un líbro intitulado: *Hugenii opera cosmotheros*, dice éste autor, que una estréll a de la primer magnitud, suponiendo séa tan grande como el Sol: conclúye que su distáncia, y de las demás estréllas á la tiérra és 27664 veces mayor que la que háy éntre el Sol y la tiérra; y para aclarar mas ésta sospecha, añáde que del Sol á la tiérra háy 12000 diámetros terrestres.

Báxo de ésta suposicion dice *Niewentit*, despues de haber demostrado, que serían menester 25 años para que una bala de un cañon de artillería llegáse désde nosotros al Sol: se entiende conservando siempre en sí misma la propia velocidad que quando se dispara del cañon: que para llegar hásta las estréllas fíxas, se necesitaban 25 veces 691600 ó cerca de setenta mil años; y un navío que hiciése 50 míllas por dia tardaría 30430400 años.

Diré de páso, que en ésto mísmo puede el christiano considerar y admirar las maravíllas del Criador del Mundo. Báste ésto, y vámos á lo que le importa tambien saber á mi curioso lector, y principalmente si és reloxero.

Por de contado la estréll a polar és la primera, que á lo ménos debe conocer, por muchos motívos, pues és la que nos indica el Nórte, que tampoco debe ignorar. Y cáso que así séa, sin embárgo pregúnte á qualquiera de medianas luces, hácia donde cáe poco mas ó ménos el Nórte, que facilmente hallará quien se lo diga. Con ésto hácia aquel parage obsérve por la noche en las estréllas, y verá

siete mayores que las demás en su contorno, dispuestas en la fórma que demuéstra la figúra 118, lámina 20. Á éstas llaman el Cárro grande, ó la Osa mayor: ahóra con la vísta tírese una línea désde las estréllas *c* y *b*, y ésta línea le indicará la estréll a *a* tan grande y reluciente como las ótras siete; y esta és la estréll a polar, la qual está á dos grados y médio del pólo del mundo. Lám. 20. Fig. 118.

Del módo de arreglar perfectamente un relox de pendúla real por las estréllas, y mayormente para hacer observaciones.

Báxo del supuesto que nunca se puede tomar la hóra del Sol en una meridiána con tanta exâctitud como por las estréllas, se operará de éste módo siempre que se desée el último grádo de perfeccion.

Supuesta la tiérra quieta, y en el céntro, segun el sistéma comun; sepa el lector que atento á élla, siguen las estréllas su curso igual, y que el movimiento diário del tiempo és 23 hóras, 56 minútos y 4 segúndos, que viene á ser 3 minútos y 56 segúndos ménos que la revolucion diária del Sol para completar las 24 hóras. Con que si se obsérva, en qualquier noche que séa, el páso de una estréll a por el meridiáno ó por ótro qualquier púnto en el Cielo, señalando la hóra, minúto y segúndo que és en el mísmo instánte en el relox que se quiere arreglar; y á la noche siguiente al volver á pasar dicha estréll a por dicho púnto en el Cielo, se señála tambien la hóra, minúto y segúndo que indica el relox; se sabrá facilménte si está arreglado con el tiempo verdadero; porque si señala 3 minútos, 56

segúndos ménos que la víspera, estará bien, v. g. si estando la noche ántes en las 10 hóras puntuales, son al dia siguiente las 9, 56 minútos y 4 segúndos, será pruéba fixa que el relox está perfectamente arreglado con el tiempo verdadero; y por la contrária si discrepáse de mas adelantado ó atrasado, la diferéncia que hubiese será precíso corregirla.

Cáso que se hubiesen dexado pasar algunos dias, sin observar la estrélla, para saber entónces la hóra que deberá señalar el relox en el instánte que se vuelva á observar, se añadirán ótras tantas veces 3 minútos con 56 segúndos, como se háyan pasado de dias, y sabida de éste módo la cantidad que el relox debe estár atrasado, se hará la observacion; y si fuére necesário se adelantará ó atrasará por la pendúla. v. g.

Supongo que quando se hízo la primera observacion señalába el relox las 10; y que se han pasado 4 dias, serán 15 minútos y 44 segúndos los que dicha estrélla habrá adelantado en el tiempo verdadero. Siendo ésto así se quitarán de dichas 10 hóras, que señalaba el relox el dia de la primera observacion dichos 15 minútos y 44 segúndos, y saldrán 9 hóras, 44 minútos y 16 segúndos, que serán los que el relox deberá señalar.

Para mayor satisfaccion del lector póngo aquí una tábla de la aceleracion de las estréllas fixas, sóbre el tiempo médio, empezando désde un dia hásta 45, con la qual se evitará la moléstia de tener que multiplicar los 3 minútos y 56 segúndos de los dias que no se háya hécho la observacion, aunque se háyan pasado 20 ó 30 dias mas ó ménos. Porque si v. g. se hán pasado 10 dias sin vér la estrélla, en

dicha tábla se hallará que adelantó ésta 39 minútos y 19 segúndos sóbre el tiempo médio.

Advierto que la aceleracion de las estréllas físas no és exâctamente 3 minútos y 56 segúndos: y sí de 3 minútos, 55 segúndos y 54 terceros, ésto és, que hé supuesto acelerar las estréllas 6 terceros mas al dia para abreviar. Por lo que si se dexásen pasar muchos dias sin hacer la observacion de la estréll a, se tendrá cuidado en contar éstos 6 terceros diários; y por éste motívo se verá en la tábla que al cábo de 10 dias la estréll a adelánta un segúndo mas de lo que hubiéra hécho, si la revolucion fuéra cabal de 3 minútos y 56 segúndos.

Para hacer ésta observacion se procurará tomar una estréll a de las que están al Médiodia, y que el observador si puede ser, tenga el Nórte á sus espáldas.

Háy dos modos de hacer dicha observacion. Únos se contentan con reparar una estréll a que esté para esconderse detrás de un campanário, ó de una chimenéa que esté álgo léjos, y el púnto en que se esconde és el de la observacion. Yo la hé hecho así algunas veces, y me ha salido muy bien, pero tenía el cuidado de arrimar mi cabeza á la pared, y siempre en el mísmo parage. Ótros (y tambien me hé servido por lo regular de éste método) toman un cañon de hoja de lata, le tapan de un lado, y hácen un agujéro en médio de la tapa; y del ótro lado le ponen una seda físa, que sepáre la boca ó círculo del cañon en dos partes iguales, de módo que dicha seda vénga á ser el diámetro de dicho círculo: luego ponen ótra séda tambien físa, que fórme una cruz perfecta con la primera. Hécho ésto se asegúra dicho cañon á la pared de una ventana, teniendo

primero la precaucion de reparar qué estrélla és la que se quiere observar, y despues asegúran el cañon, de módo que la estrélla páse perfectamente por el céntro de ésta cruz.

Ótros tambien mandan hacer un anteójo en toda forma con su cruz, que en lugar de ser de séda, és de alambre muy fino de plata, y con su pié al módo de un telescópio.

Prevéngo se tenga cuidado no tomar un Planéta por una estrélla. El Planéta sería muy propio para poner el anteójo, pero no para arreglar el relox.

Si puesto el anteójo miráse poco mas ó ménos hácia el Oriénte ó hácia el Poniénte, estará dicho anteójo perpendicular al meridiáno de aquel sítio con poca diferéncia; pero éste repáro no és de mucha importáncia.

Sucederá que al cábo de álgunos dias (segun la hóra en que se hága la observacion) cesará de parecer por el anteójo la estrélla, pues llegará el cáso que se pónga de dia. Ésto está facilmente remediado, tomando ótra qualquiera, y observándola el primer dia á qué hóra, minúto y segúndo pása por el anteójo. Éste quanto mas lárgo será mejor.

TABLA

de la aceleracion de las estréllas fixas para verificar el arréglo de los reloxes de péndula real, aunque se dexen pasar désde un dia hásta 45 sin hacer la observacion.

Dias.	H. M. S.	Dias.	H. M. S.	Dias.	H. M. S.
1	0... 3...56	16	1... 2...54	31	2... 1...53
2	0... 7...52	17	1... 6...50	32	2... 5...49
3	0...11...48	18	1...10...40	33	2... 9...45
4	0...15...44	19	1...14...42	34	2...13...40
5	0...19...39	20	1...18...38	35	2...17...36
6	0...23...35	21	1...22...34	36	2...21...32
7	0...27...31	22	1...26...30	37	2...25...28
8	0...31...27	23	1...30...26	38	2...29...24
9	0...35...23	24	1...34...22	39	2...33...20
10	0...39...19	25	1...38...17	40	2...37...16
11	0...43...15	26	1...42...13	41	2...41...12
12	0...47...11	27	1...46... 9	42	2...45... 8
13	0...51... 7	28	1...50... 5	43	2...49... 4
14	0...55... 3	29	1...54... 1	44	2...52...59
15	0...58...58	30	1...57...57	45	2...56...55

Del módo de poner los Planétas en un relox, y hacer que sígan su movimiento igual al de los verdaderos que están en el Cielo.

Del módo de poner el gíro del Sol en un relox exâctamente.

En todas las cláses háy hombres aplicados que deséan désde su juventud llegar á la perfeccion sin temor del trabájo: á éstos se dirigen éstos cálculos para poner los Planétas en un relox (se entiende que ha de ser de sala, de sobremesa ó péndula real).

Yá déxo explicado en el capítulo XXVI. de la primera parte el módo de hacer una péndula de equacion, y tambien el de poner el Sol en un relox con tanta exâctitud, que solo discrépa de éste al verdadero en el cúrso de un año un segúndo y $\frac{11}{49}$, lo que en 100 años solo háce un error de 2 minútos, 2 segúndos y $\frac{22}{49}$ de segúndo; y se operarará de éste módo.

El célebre Padre Alexandro nos há dexádo en su *Tratado general de reloxes* un cálculo que há sido muy estimado de todas las Academías extrangeras, que consíte en 3 piñónes y 3 ruédas. Dice que supuesto que la ruéda de mano dá una vuelta en 12 hóras, se la ponga uno de éstos piñónes, el qual hará andar una de las ruédas: ésta, mediante el súyo, hará andar la segunda, y el de ésta á la tercera. Ésto éra con motívo de que en aquél tiempo las péndulas reales solo tenían tres ruédas; pero como yá hóy dia los movímientos de díchas péndulas se fabrícan con quatro

ruédas, y que quanto mas se pueda escusar de cargar las últimas de péso en un relox, resultará en beneficio de que éste ánde mejor. Hé pensado en poner dícho primer piñón en el éxe de la imperial, como se vé en mi péndula de equacion, figúra 59, en la que *m* és éste piñón con 7 diéntes, que háce andar la ruéda *o* de 50 diéntes, y el piñón de ésta de 7 diéntes háce andar la ruéda *p* de 69 diéntes, cúyo piñon és de 8, y éste háce andar la ruéda *q* de 83 diéntes; y sobre el éxe de ésta se pone la cúrva: mediante lo qual inventé dícho relox en el módo de salir y ponerse el Sol; en él todos los dias del año á la hóra, minúto y segúndo que el verdadero. Lám. 13. Fig. 59.

Podrá el curióso aficionado, con éste cálculo, no solo hacer péndulas de equacion, sí tambien hacer señalar ésta segun la inventiva que su talénto le dictáre.

Del módo de poner la Luna exâctamente en un relox.

Como el cúrso de éste Planéta no és igual, hán hécho los Académicos un juício prudente: el que verificado con las mejores observaciones se hálla ser de 29 dias, 12 hóras, y 45 minútos de una conjuncion á ótra, que és el movimiento sinódico, como yá déxo explicado. Y el periódico movimiento de la Luna és désde que parte (digámoslo así) del púnto del Zodiáco hásta que vuelve ótra vez á estár en dícho púnto, y en éste tarda 27 dias, 7 hóras y 45 minútos.

Pero como el sinódico és el que mas se úsa en los reloxes, pues siempre que vémos la Luna en un relox, és con

29 dias y médio, pondré el módo de executárlo con exâctitud.

Póngase en el éxe de la imperial (lo mísmo que en la péndula de equacion citada) un piñón de 71 diéntes, que engargánte en una ruéda de 40. Ésta tambien tendrá un piñón de 4 diéntes, que hará andar ótra ruéda de 37, y ésta llevará un piñón de 3, que engargantará en otra ruéda de 34, la qual llevará la Luna, pues ésta última ruéda háce su revolucion en 29 dias, 12 hóras, 43 minútos, 56 segúndos, y $\frac{44}{71}$ de segundo.

El periódico és el mas curióso, por ser mas perfecto. El asúnto és hacer que el minutéro ó índice de la Luna, se hálle con el del cúrso astronómico del Sol en los dias de la conjuncion. Mediante lo qual dícho índice señalará el sígno en que se hálla la luna en el Zodiáco, su conjuncion con el Sol, y sus quadratúras.

Para poner éste género de Luna en los reloxes, se pondrá en el éxe de la imperial un piñón de 6 que engargánte en una ruéda de 26 diéntes: ésta llevará un piñón de 71 diéntes, que hará andar una ruéda de 113; y ésta dará una vuelta en 27 dias, 7 hóras, 43 minútos, 5 segúndos, y $\frac{65}{71}$ de segúndo.

Del módo de poner al Planéta Márte exâctamente en un relox.

Éste és úno de los Planétas superiores, cúya revolucion se míde por una revolucion entéra del Zodiáco. Dícho Planéta tarda un año y 321 dias, y 18 hóras en dícha revolucion.

Para que en un relox la hága de éste módo, se pondrá en el éxe de la imperial (supuesto que ésta hága una vuelta en 12 hóras, lo mísmo que la imperial del relox de la Luna) un piñón de 6, que engargánte en una ruéda de 60 diéntes: ésta llevará ótro piñón de 6, que hará andar ótra ruéda de 51; y el piñón de ésta (que tambien será de 6) engargantará en una ruéda de 97 diéntes.

En el éxe de ésta se puede poner un minutéro, en cúya púnta se pondrá tambien el Planéta Márte; y estando los 12 sígnos pintados alrededór de la muéstra del relox, se verá que á medída que éste ánda, y ván pasando meses, quándo, y en quál de los sígnos éntra ó sále dícho Planéta. Lo mísmo advierto para los demás Planétas que faltan.

Del módo de poner á Mercúrio.

Éste Planéta tarda 88 dias en hacer una revolucion sinódica, que és désde una conjuncion con el Sol, hásta la ótra conjuncion siguiente: en cúyo tiempo Mercúrio háce una revolucion periódica, y mas 88 partes de ésta revolucion.

Para que el relox lo demuéstre, se pondrá en el éxe de la imperial (que tambien supóngo dá una vuelta en 12 hóras, y lo mísmo en los demás que se síguen) un piñón de 6, que engargánte en una ruéda de 69 diéntes: ésta llevará un piñón de 6, que hará andar una ruéda de 74, cúyo éxe llevará la agúja ó minutéro con el Planéta Mercúrio.

Del módo de poner á Júpiter.

Júpiter háce una revolucion en 11 años y 320 dias. Siendo ésto así, se pondrá en el éxe de la imperial un piñón de 6, que hága andar una ruéda de 60 diéntes, la qual dará una vuelta en 5 dias: ésta llevará un piñón de 4, que engargantará en una ruéda de 34: ésta llevará un piñón de 5, que hará andar ótra ruéda de 51: ésta tendrá un piñón de 6, que engargantará en una ruéda de 60 diéntes, en cúyo éxe se pondrá el minutéro con Júpiter.

Del módo de poner á Vénus.

Éste Planéta háce una revolucion sinódica en 224 dias y 7 hóras, que és désde una conjuncion con el Sol, hásta la conjuncion siguiente. Se pondrá en un relox, poniendo en el éxe de la imperial un piñón de 6, que engargánte en una ruéda de 50 diéntes: ésta llevará un piñón de 5, que engargantará en ótra ruéda de 87: ésta llevará un piñón de 4, que hará andar una ruéda de 92; y el éxe de ésta llevará el minutéro con Vénus.

Del módo de poner á Satúrno.

Satúrno háce una revolucion en 29 años y 156 dias con poca diferéncia, por cúyo motívo píde mas ruédas y mas piñónes que los demás planétas; y así se pondrá en el éxe de la imperial un piñón de 6, que engargánte en una ruéda de 60, que hará una vuelta en 5 dias, y llevará

un piñón de 6, que engargantará en una ruéda de 60, que hará una vuelta en 50 dias, y llevará un piñón de 8, que hará andar una ruéda de 34, ésta llevará un piñón de 10, que hará andar una ruéda de 64; y ésta llevará un piñón de 10, que hará andar la última ruéda, que tendrá 79 diéntes, en cúyo éxe se pondrá el minutéro con Satúrno.

Bien se déxa conocer que en cada uno de éstos rodáges de los Planétas, la última ruéda tarda en hacer una revolucion ótro tanto tiempo como el Planéta, v. g. en Satúrno: la última ruéda que és de 79 diéntes, tarda en dár una vuelta los mísmos 29 años, y 156 dias que Satúrno, y así en los demás, cúyos cálculos los hé sacado de las observaciones de los mejores autores.

Mediante éste capítulo, podrá el aplicado reloxero poner en un relox el Áureo número, Epácta, Létra Dominical, Cíclo solar é Indiccion Romana: y además de ésto la equacion del Sol, Luna y demás Planétas.

CAPÍTULO VI.

De la Geografía.

Esta ciéncia tan útil como preciósa tóma su orígen de los Caldéos, y de éstos pasó á los Griégos.

Báxo el supuesto de que no háy estado ni condicion que tenga motívo para ignorárla, quánto ménos le tendrá un artífice reloxero.

El princípio de su conocimiento és la esféra, que por haberla explicado, aunque abreviadamente en el capítulo IV, figúra 108, hablando de la Gnomónica, por éste Lám. 18. Fig. 108.

motívo, y el de no ser molesto en volver á repetir lo mísmo, se tomará el lector el trabájo de volver á leérle para inteligenciárse en lo que sígue.

En el céntro de élla se vé una bóla, que represénta la tiérra, y que por éso llamámos el glóbo terréstre. Éste se divíde en quatro partes: las tres están en la mitad de él, y la quarta en la ótra mitad. Las tres primeras son Europa, Asia y A frica; la quarta és la América: ésta aunque una mísma se divíde en dos partes, que son América Septentrional y América Meridional, como podrá vér el lector en qualquier mápa mundi.

Puestas así las dos mitades del mundo en un mápa, dán una idéa general de lo que és éste. Se distíngue en él perfectamente por los confines de las céstas lo que és tierra y lo que és mar; pues los lágos y lagúnas son céro en su comparacion.

Antes que Christóbal Colón descubriése la América, dícho mápa mundi tenía una figúra tan informe como ridícula, pues no comprehendían que el glóbo fuése esférico, ni tampoco el como pudiése haber antípodas.

Extra de dícho mápa, se hácen ótros quatro generales, que cada uno explíca separadamente una de las díchas quatro partes del mundo. Allí si que se distínguen las lagúnas y lágos: prevéngo que las lagúnas se lláman así, por ser regularmente mayores que los lágos.

Asimísmo se hácen mápas de cada Reyno en donde se percíben mejor las Ciudades y poblaciones tanto grandes como pequéñas, ríos, montes, puertos y bárras; y por consiguiente las distáncias de únos lugares á ótros.

Tambien se construyen mápas de cada Provincia se-

paradamente. Los háy tan exâctos (éntre éstos) que hásta las aldéas, hermítas, véntas, bósques, configuraciones de puertos y embocaduras de ríos, todo se distíngue.

Y finalmente se hácen plános de una sola Ciudad ó Villa con sus contórnos.

Díchos mápas se distínguen con distíntos nombres.

Cosmografía és la descripcion de todo el univérso.

Geografía és la ciéncia del glóbo terráqueo.

Hodrografía és la que trata de la parte del agua.

Geografía *natural* és la que la naturaleza há hécho en la superficie de la tiérra con divisiónes naturales, por médio del mar, ríos ó montes.

Geografía *Histórica* és la que declara los diferentes tiempos y estados de cada Ciudad ó Villa; sus principios, aumentos, devastaciones &c.

Háy tambien Geografía *civil* ó *política*; y Geografía *Eclesiástica*.

Y finalmente la Geografía *Física*, que és la que demuestra las mudanzas que há sufrído la superficie de la tiérra désde el Dilúvio.

La Corografía és la descripcion de un solo país: y la *Topografía* la que descríbe un solo sítio, Ciudad, Villa &c.

Como no escribo éste capítulo para enseñar la Geografía, y sí solo para dár algunas luces al reloxero aplicado, no espére de mí que con solo léerlo, podrá saber ésta ciéncia. Acuda á la *Geografía de Medráno*, y quedará satisfecho; tambien trátan de Geografía como autores nuestros *Pompónio Méla*, *Tosca*, *Murillo*, *Jordan* y ótros muchos.

De los meridiános y paralélos.

Yá díxe en el capítulo IV de la Gnomónica que en la figúra 108, lámina 18, *a r b t* éra un meridiáno. Y ahóra añado que la figúra 120, lámina 20, todas las líneas *J J J J* &c. que llégan del pólo ártico *n* hásta el antártico *s*, semejantes al meridiáno *n a s*, son ótros tantos meridiános; y que aunque no háy mas que éstos en dícha figúra, son infinítos los que se pueden poner, pues en cáda púnto del mundo que se quiéra se puede levantar el suyo.

Lám. 18. Fig. 108. Lám. 20. Fig. 120.

Las líneas que cruzan G H B C &c. son los paralélos.

Con ésto y con lo que me résta decir, yá tiene el lector los principíos elementáles de la Geografía; que su aplicacion hága lo demás.

De la latitud.

Díce Bouguer en su *Tratado de navegacion*, que facilmente se déxa conocer, que un observador no puede (digámoslo así) dár un paso sóbre la superficie de la tiérra, sin apercibírse de algunas variaciones en las aparéncias del Cielo. Ésto consíste en la redondéz de la tiérra, y en que cada uno de sus púntos tienen su distínto zenít.

Se lláma latitud de un lugar su distáncia hásta el equador: ésta se míde en la superficie del glóbo por el camíno mas córto, ésto és, por el meridiáno que está sóbre aquél parage, el qual siempre és perpendicular al equador.

Si la Ciudad, Villa ó parage está en el mísmo equador

ó línea equinoccial, entónces no tiene latitud; y por la contrária, si partiendo de allí se pudiese llegar hásta el pólo, se tendría 90 grádos, que és la mayor de las latitúdes.

Todos los parages que se hállan en un mísmo paralélo, tienen precisamente la mísma latitud.

Se distínguen las latitúdes en septentrional y meridional, ó en boreal y austral, segun que el parage que se cíte esté en la parte del Nórte, ó en la del Sur en úno ó en ótro emisfério.

Háy módos fáciles para conocer en los navíos la mudanza de latitud en el mar. Yá díxe que se lláma zenít el púnto del cielo, que cáe perpendicularmente sóbre nosótros; y nadír el púnto opuesto que cáe perfectamente debáxo de nuestros piés á la ótra parte antípoda; pero por poco que caminémos, éstos dos púntos mudan de sítio, y tambien nuestro horizónte. Si adelantámos hácia el Nórte, de ése mísmo lado se báxa el horizónte, y se levanta del ótro; y nuestro zenít adelánta con la mísma proporcion hácia las estréllas vecínas al pólo ártico, y se aléxa de la equinoccial. Si dámos vuelta entera alrededór del mundo, y por consiguiente andando sus 360 grádos, los mísmos habrá mudado nuestro zenít en el cielo.

Mediante lo qual podemos conocer y saber en el mar lo que hémos andado hácia el equador ó hácia el pólo, y por consiguiente de nuestra variacion en latitud, por las mudanzas de situacion en que se hállan los ástros respecto á nuestro zenít.

Y para verificar que mudámos de cielo (ésto és de zenít) segun mudámos de sítio, supongo que en la figúra 119, lámina 20, el gran círculo *h z o q* represénta el Lám. 20. Fig. 119.

cielo, y que el glóbo interior és la tiérra: los dos pólos del mundo son *n s*: la línea *e q* el equador del cielo y de la tiérra. Con que la distáncia *a b* será la latitud del observador *a*, y ésta és igual en grádos á la distáncia del zenít *z* en el equador del cielo, pues habrá justamente en la tiérra el mísmo número de grádos désde *a* hásta *b*, que en el cielo désde *z* hásta *e*.

La latitud és tambien igual á la cantidad que el pólo *n* está levantado sóbre el horizónte. Si el observador *a* camína hácia el equador de la tiérra, su zenít adelantará igual cantidad de grádos hácia el equador del cielo; v. g. supongámos que dícho observador continúe su camíno hásta el equador; el horizónte *h o* habrá mudado de sítio, y su situacion será *s n*: entónces éste horizónte *n s* no lo será para nosótros, y sí para el observador estando en *b*, y para él separárá la parte superior del cielo de la parte inferior.

De lo que se sígue que déxo explicados dos módos de determínar la latitud de un paráge: la úna observando en el cielo dos partes exâctamente iguales en número de grádos, y la ótra mudando la distáncia de nuestro zenít al equador celéste; ó si no la cantidad que el pólo está levantádo sóbre el horizónte.

De la longitud.

Al mísmo tiempo que la observacion de la latitud determína la porcion que hémos andado hácia el Nórte ó al Médiodia, respecto al equador, la longitud determína lo que mas ó ménos hémos caminado hácia Oriénte ó hácia Occidénte.

Cada nacion de Europa há escogído por lo regular un meridiáno, que considéra como el primero; y se llama longitud la distáncia que háy désde él hásta el sítio donde se hálla el observador, la qual se míde sóbre el equador, ó sóbre qualquier paralélo. Yo hé hécho pasar el de la figúra 120, lámina 20, por la Isla del Hierro, que és la mas occidental de las Canárias, como se vé en *n a s*. Lám. 20. Fig. 120.

Obsérvese que quando se camína de Nórte á Sur exâctamente en el mísmo meridiáno, se guarda precisamente la mísma longitud; pero quanto mas se acérque al Nórte son mas pequéños los grádos, con motívo de ser los interválos éntre los meridiános mas córtos. Tantos grádos háy désde *m* hásta *r*, figúra 120, como désde *l* hásta *o*, ú como désde *a* hásta *u*.

De ésto se sígue que séa por tiérra un caminante, ú un navío en el mar, quando úno y ótro están muy cercános al Nórte, por poco que camínen bastará para mudar considerablemente de meridiános ó de longitudes; como asimísmo para hallar una grandísima diferéncia al tomar la hóra de médio dia. Pues por mucha extension que ténga la tiérra, deberán hallárse paráges en que con solo caminar un grádo hácia el Oriénte ó al Occidénte se muden 15 leguas ó mas de longitud, de lo que resúlta ser médio dia ó las 12, mucho mas tárde ó mas tempráno. Para que una légua valga 15 grádos, se tomará un paralélo, cúya circunferéncia séa de 24 léguas, cúyo diámetro ténga cérca de 8, y que su distáncia al pólo séa álgo mas de 4.

Me hé detenído álgo mas en los púntos de latitud y longitud, pues éllos son la cáusa porque escríbo éste capítulo, con el principal objéto de animar á los reloxeros es-

tudiósos, y paisános que quieran trabajar en la construccion de un relox marino, que determíne el púnto fíxo de la longitud en el mar. Púnto que és de la mayor consequencia, pues con él se ayúda á gobernar con perfeccion el navío. Si ha padecido tempestad, sábe tomar el camíno mas córto para llegar al puerto que le parece á remediar sus contratiempos. Si está cérca de él, aunque en todavía no lo véa, con dicho instruménto lo conóce, y evíta tal vez naufragar aquélla mísma noche. Y finalmente quantos y quantos navíos no hubiéran perecído si tuviésen tal instruménto. Los Marínos que léan éste parragráfo, conocerán la mucha razon que me asíste. Y así con toda ingenuidad, en servicio de nuestro Monarca y amor por nuestros compatriótas, encárgo la aplicacion á un objeto tan menesteroso.

Comencé tambien á trabajar en el año de 65 en la construccion de uno de mi invencion, cúya idéa tanto mas se hubiera perfeccionado, quanto el Excelentísimo Señor Don Jorge Juan me hubiera ayudado con sus consejos, segun me prometió, observándolo y corrigiéndolo. Pero la muerte que le sobrevíno; y aún mas que ésto ótros motívos me estorváron continuárlo: pero no el animar á qualquiera á fin de que trabáje en su construccion, para cúya inteligéncia me explicaré todavía mas sóbre la longitud.

No és tan fácil quando se navéga en alta mar determinar el camíno que se ha andado, séa hácia Oriénte ú Occidénte, que és la diferéncia de la longitud, como el saber lo que se há adelantado hácia el Nórte ó al Sur, ó lo que se há variádo en la latitud.

Háy diversos módos muy segúros para tomar en un na-

vío exâctamente el Médiodia. Pero para tomar la longitud sería precíso saber en aquel instánte la hóra que és en el puerto de donde salió el navío: y justamente ésta és la que se ignóra. La alteracion del mar és uno de los motívos que impíden llevar en el navío un relox exâcto, fuéra de la dilatacion ó condensacion de los metales, como mas adelánte me explicaré en el capítulo de la Física: y cúyo relox debiéra estár arreglado de módo que no discrepando (si cabe) al dia, ó cáso de serlo, fuése igualmente lo mísmo un dia que ótro, se conservase en él la hóra de dicho puerto.

Supongo que salímos de *t*, figúra 120; y que habiendo caminado 30 grádos hácia Oriénte llegámos despues de bastantes semánas de navegacion al púnto *p*. Sucederá que si observando la hóra que és en él, hallámos ser las 5 de la tarde, solo serán las 3 en el puerto *t*, porque al sol le faltarán 2 hóras en carrera para llegar á *t*. Pero para saber con certeza que háy efectivamente 2 hóras de diferéncia éntre los dos meridiános *n t s* y *n p s*, faltába un relox bastante bueno, sólido, y en conformidad que no se hubiese descompuesto, ni desarreglado absolutamente nada en todo el viáge désde *t* hásta *p*. Y éste és el importante relox maríno que tanto encárgo, y que tanta falta nos hác. Aún todavía para mayor inteligéncia pondré aquí abreviadamente la explicacion que dá Cassini, de lo que és el púnto físo de la longitud: dice éste autor así. Lám. 20. Fig. 120.

»Todos los prácticos sáben lo que és la estimativa de »los Pilótos. Siendo como és (el camíno del navío) cási »siempre oblíquo al meridiáno del parage, fórma un trián»gulo rectángulo, en el qual el camíno és la *hypotenúsa*,

»y los ótros dos ládos son el camíno que se há hécho al »mísmo tiempo en latitud y longitud. La latitud se sábe »observando la altúra de qualquier ástro: con la bitácora »ó agúja de marear se sábe el ángulo del camíno: con un »ládo de dicho triángulo se tiene el camíno, observando »durante un cierto espácio de tiempo, quanto ánda el na»vío, y se sábe la cantidad de la longitud."

Pero ésto de saber quánto ánda un navío, aunque séa en poco tiempo, no és tampoco lo mas fácil; por lo que se puede decir que cási nada tenemos para la seguridad que se requiére. Pero con un buen relox maríno todo estába remediado; y así vuelvo á animar á mis paisános para que séan los que dén en el híto de la dificultad en honor de nuestra pátria.

Explicacion de los mápas.

Qualquier mápa regular se vé estár repartido en diversos quadrádos; y que éstos ván estrechando, segun que se acercan al Septentrion ó al Médiodia.

Dichos quadrádos formados así de líneas tiradas del pólo al Sur son los meridiános: y las que atraviesan de la izquierda á la derecha son los paralélos. Únas y ótras están numeradas cada una con distincion en sus extrémos; ménos en el mápa mundi, en la qual los números de los meridiános están enmédio del mápa señalados sóbre el equador.

Siendo ésto así obsérvese que la distáncia de un meridiáno á ótro és lo que se llama grádos de longitud; y asimísmo que la de un paralélo á ótro son grádos de latitud, mas ó ménos, segun se subdivida el mápa que se ténga delánte.

Regularmente el primer meridiáno és (segun costumbre) el que pasa por la Isla del Hierro, ó la de Tenerife en las Canarias; y allí empieza un grádo de longitud [1]. Dichos grádos de longitud se hán de contar désde Occidénte á Oriénte, que alrededór de la tiérra ascienden á 360, por estár en éllos repartida su circunferéncia.

El primer paralélo empieza en el equador, que és una línea, que divide el glóbo en dos emisférios, por ótro nombre la equinoccial. Désde ésta se empiezan tambien á contar los grádos de latitud séa hácia el Nórte ó al Médiodia hásta el número de 90: pues claro está que la distáncia désde el equador á qualquiera de los dos pólos, será la quarta parte del círculo. Pero se distínguen en los nombres, porque contando hácia el Nórte, se llama latitud septentrional: y si al Médiodia, latitud meridional.

Aunque los quadrádos formados de los paralélos y meridiános tienen poca extension; no obstante con el arbítrio de la tábla que aquí pongo de las longitudes y latitudes de las Ciudades mas conocidas, podrá el lector saber de pronto en qualquier mápa dónde está tal ó tal Ciudad ó Villa que se quiera buscar, v. g. quiero saber en un mápa de España una Ciudad cúya situacion ignóro en el mápa, por exemplo Bilbao: búsco en dicha tábla, y hállo que esta Villa está á 13 grádos, 48 minútos de longitud [2], y 43 grádos y 15 minútos de latitud.

En los mápas que representan muchos países, los números de los grádos no ván de unidad en unidad, como 1,

(1) Entre la Isla del Hierro y la de Teneríse hay un grádo de diferencia.

(2) Contando désde la Isla de Teneríse en su Pico.

2, 3, &c. sinó de 5 en 5, como 5, 10, 15, &c.; y aún en ótros de 10 en 10 grádos. Pero de todos módos con dicha tábla se pueden hallar poblaciones del módo que acábo de explicar.

Prevéngo que la *s* ó la *m* que se vé al margen al lado de las latitudes, se há de entender que éstas son septentrionáles hásta llegar á la *m*, y désde ésta todas son meridionales hásta llegar ótra vez á la *s*.

Bien se habrá vísto que no siendo Geógrafo de profesion, me habré tenido que valer de una tábla calculada por uno que lo fuése, y así la que pongo és de D. Tomás Lopez, que sin embárgo de hallárse en mi poder las de ótros estrangeros, la hé preferido por parecerme que será razonable, no obstánte no haberla exâminado de inténto.

Mediante el conocimiento que se puede adquirir en un mápa con dicha tábla, tambien se puede saber en él á poco mas ó ménos, quanto háy de un puéblo á ótro: v. g. quiero saber quánto háy de Andúxar á Túy: véo qué la tábla me dá Andúxar á 38 grádos y 2 minútos, y Túy á 42 grádos y 3 minútos. Déxo los 2 y los 3 minútos, résto 38 de 42, y véo que ván 4 grádos, que multiplíco por 25 leguas medianas de Francia, que me dán 100, ú por 20 geográficas, y me darán 80; y sé que de Andúxar á Túy háy 100 léguas de las primeras, y 80 de las segundas.

Hécho una vez cárgo el lector de todo ésto, habrá venido en conocimiento de ótro asúnto de los mas importántes de la Geografía, que és el de hallar los mísmos parages de la Geografía antigua en la moderna, á pesar de los nombres distíntos que habrán tenido unos mísmos países en distíntos síglos. Motívo que muchas veces cáusa equivo-

cacion. Por exemplo *Lavíntum*, *Ausonia*, &c. los véo en un mápa á quantos grádos está, y buscando éstos mísmos en la tábla, conozco que son las cercanías de Nápoles. Lo mísmo sucederá si hállo *Mare Palestinorum*, pues sin buscar en la tábla compréndere qué parte del Mediterráneo és. Lo própio sucederá con los demás nombres, aunque no séan latínos, como Mar de Cantábria, &c.

Diré de páso en honor de nuestra Nacion, que ninguna tiene el de haber construido un mápa de la América Meridional tan grande y tan exâcto, como el que en éstos últimos años há hécho de órden de S. M. su Geógrafo Don Juan de la Cruz. Tiene de álto tres váras y média, y de áncho dos y media. Se enviáron dos al Excelentísimo Señor Conde de Aránda á París, y ótros dos al Príncipe Maserano á Lóndres, quienes los hiciéron vér en aquéllas Reales Académias, resultando los mayores elógios.

TABLA

de las longitudes y latitúdes de los principales lugares de la tiérra, contando el primer Meridiáno désde el Pico de Tenerife.

Nombres de los Lugares.		*Diferéncia de los Meridiános* en tiempo.	*Diferéncia de los Meridiános* en grados.	*Latitudes ó alturas del Polo.*
		H. M. S.	G. M.	G. M. S.
Abbevíla	en Francia	1.13.27.or.	18.22.	50. 7. 1..*s*
Abo	Finlandia	2.35. 2.or.	38.42.	60.27. 0.
Agra	Mogól	6.13. 4.or.	93.42.	26.43. 0.
Aix	Provenza	1.27.53.or.	21.59.	43.31.35.
Alepo	Síria	3.35.28.or.	53.52.	35.45.23.
Alexandría	Egípto	3. 7.14.or.	46.49.	31.11.20.
Alicánte	Espáña	1. 6.33.or.	16.38.	38.31. 0.
Amiens	Francia	1.15.20.or.	18.50.	49.53.38.
Amsterdám	Holánda	1.26. 4.or.	21.31.	52.22.45.
Ancóna	Itália	2. 0.10.or.	30. 3.	43.37.54.
Andúxar	Espáña	0.49.50.or.	12.28.	38. 2. 0.
Anguléma	Francia	1. 6.43.or.	16.41.	45.39. 3.
Antequéra	Espáña	0.42.25.or.	10.36.	37.10. 0.
Antíbo	Francia	1.34 42.or.	23.41.	43.41. 0.
Arcángel	Rúsia	3.41.48.or.	55.27.	64.34. 0.
Argél	Africa	1.14.59.or.	18.45.	36.49.30.
Arlés	Francia	1.24.40.or.	21.10.	43.40.33.
Astórga	Espáña	0.42. 1.or.	10.30.	42.32. 0.
Aviñón	Francia	1.25.22.or.	21.21.	43.57.25.
Aúch	Idem	1. 8. 8.or.	17. 7.	43.38.46.
Badajóz	España	0.39.28.or.	9.52.	38.43. 0.
Baéza	Idem	0.53. 5.or.	13.16.	38. 0. 0.
Barbástro	Idem	1. 8.45.or.	17.11.	41.56. 0.

Nómbres de los Lugares.		*Diferéncia de los Meridiános* en tiempo.	en grados.	*Latitudes ó altúras del Polo.*
		H. M. S.	G. M.	G. M. S.
Barcelóna	España	1.15. 0.or.	18.45.	41.26. 0..*s*
Basiléa	Elvécia	1.36.28.or.	24. 7.	47.55. 0.
Bayóna	Francia	1. 0. 8.or.	15. 2.	43.29.21.
Beauvais	Idem	1.14.27.or.	18.37.	49.26. 2.
Berlín	Alemania	1.59.53.or.	29.58.	52.31.30.
Besánzon	Francia	1.30.18.or.	22.35.	47.13.45.
Bilbáo	España	0.55.13.or.	13.48.	43.15. 0.
Bolónia	Italia	1.51.33.or.	27.53.	44.29.36.
Brága	Portugal	0.29.31.or.	7.25.	41.33. 0.
Bresláw	Alemania	2.14.44.or.	33.40.	51. 3. 0.
Brést	Francia	0.48. 5.or.	12. 1.	48.23. 0.
Buenos-Ayres	América	2.47.56.oc.	41.59.	34.35.26.*m*
Búrgos	España	0.53.16.or.	13.19.	42.21. 3..*s*
Brusélas	Países-Baxos	1.23.35.or.	20.54.	50.51. 0.
Cábo de Buena Esperánza		2.19.43.or.	34.56.	33.55.15.*m*
Cábo verde	Africa	0. 2.32.oc.	0.38.	14.43. 0..*s*
Cáceres	España	0.42. 0.or.	10.30.	39.15. 0.
Cádiz	Idem	0.41.12.or.	10.18.	36.31. 7.
Caén	Francia	1. 4.41.or.	16.10.	49.11.10.
Cáiro (el)	Egípto	3.12. 8.or.	48.02.	30. 3.12.
Calahórra	España	0.58.20.or.	14.35.	42.13. 0.
Caláis	Francia	1.13.32.or.	18.23.	50.57.31.
Cardóna	España	1.13.10.or.	18.17.	41.45. 0.
Carmóna	Idem	0.44.18.or.	11. 4.	37.20. 0.
Cándia	Isla del Medit.	2.47.20.or.	41.50.	35.18.45.
Cartagéna	España	1. 3.40.or.	15.55.	37.35. 8.
Calatayúd	Idem	1. 1.40.or.	15.25.	41.27. 0.
Cayéna	América	2.22.52.oc.	35.43.	4.56. 0.
Chártres	Francia	1.12. 4.or.	18. 1.	48.26.49.
Ciudad Real	España	0.50.54.or.	12.43.	39. 0. 0.
Ciudad Real, ó Chiápa		5.46.56.oc.	86.44.	17. 4. 0.

Nómbres de los Lugares.	*Diferéncia de los Meridiános* en tiempo. H. M. S.	en grados. G. M.	*Latitudes ó alturas del Polo.* G. M. S.
Ciudad Rodrigo. España.....	0.41.40.or.	10.25.	40.35. 0..*s*
Civita-vechîa.. Italia.....	1.53.13.or.	28.18.	42. 5.24.
Clermont..... Francia.....	1.18.28.or.	19.37.	45.46.45.
Colónia..... Alemania.....	1.37.28.or.	23.37.	50.55. 0.
Concepcion de Chíle.....	3.44.32.oc.	56. 8.	36.42.53.*m*
Compostéla..... Nuevo-México.	6.11. 0.oc.	92.45.	21.20. 0..*s*
Constantinopla. Turquía.....	3. 1.53.or.	45.28.	41. 1. 0.
Copenhague.... Dinamarca.....	0.36.52.or.	9.13.	55.40.45.
Córdoba..... España.....	0.44.50.or.	11.12.	37.57.40.
Cória..... Idem.....	0.41.52.or.	10.28.	39.45. 0.
Cracóvia..... Polonia.....	2.25.28.or.	36.22.	50.10. 0.
Corúña..... España.....	0.33. 4.or.	8.16.	43.25. 0.
Cuénca..... Idem.....	0.58.32.or.	14.38.	40. 9. 0.
Dantzic..... Prusìa.....	2.20.12.or.	35. 3.	54.22.23.
Daróca..... España.....	1. 0.52.or.	15.13.	41.14. 0.
Dénia..... Idem.....	1. 7.40.or.	16.35.	39. 0. 0.
Dieppe..... Francia.....	1.10.25.or.	17.36.	49.55.17.
Dunkerque..... Idem.....	1.15.28.or.	18.54.	51. 2. 4.
Durángo..... Nueva España.	7. 4.32.oc.	106. 8.	24.45. 0.
Écija..... España.....	0.46.32.or.	11.38.	37.25. 0.
Edimbúrgo..... Escocia.....	0.54.47.or.	13.27.	55.58. 0.
Elvas ó Yelves. Portugal.....	0.39. 0.or.	9.45.	38.44. 0.
Ercerom..... Armenia.....	4.20.31.or.	65. 8.	39.56.35.
Ferrára..... Italia.....	1.52.33.or.	28.12.	44.54. 0.
Ferról..... España.....	0.33.12.or.	8.18.	43.27. 0.
Floréncia..... Italia.....	1.50.16.or.	27.34.	43.46.30.
Francfort sobre el Mehin.....	1.40.28.or.	25. 7.	50. 6. 0.
Frías..... España.....	0.52. 4.or.	13. 1.	42.50. 0.
Fuenterrabía.... Idem.....	0.59.20.or.	14.50.	43.25. 0.
Génova..... Italia.....	1.40.31.or.	25. 8.	44.25. 0.
Geróna..... España.....	1.17.48.or.	19.27.	42. 2.30.

Nómbres de los Lugares.		*Diferéncia de los Meridiános* en tiempo. H. M. S.	en grados. G. M.	*Latitudes ó alturas del Polo.* G. M. S.
Ginébra.....	En los Suízos...	1.32.28.or.	23. 7.	46.12. 0..*s*
Gibraltar.....	España.....	0.45. 3.or.	11.15.	36. 4.44.
Góa.....	India.....	6. 1. 8.or.	90.17.	15.31. 0.
Gothenburgo...	Suecia.....	1.52.43.or.	28.11.	57.42. 0.
Gottingen.....	Alemania.....	1.45.44.or.	26.26.	51.32. 0.
Granville.....	Francia.....	0.59.40.or.	15.15.	48.50.11.
Granáda.....	España.....	0.51.40.or.	12.55.	37.15. 0.
Granáda.....	Nuevo México.	6.25.12.oc.	96.18.	37.40. 0.
Granáda.....	en Nicaragua..	4.32. 0.oc.	68. 0.	11.50. 0.
Gratz.....	Estiria.....	2. 7.43.or.	31.56.	47. 4.18.
Grenoble.....	Francia.....	1.29. 0.or.	22.16.	45.11.49.
Gripswald.....	Pomerania.....	2. 0.38.or.	29.54.	54. 4.20.
Guadalaxára...	España.....	0.53.40.or.	13.23.	40.35. 0.
Guadíx.....	Idem.....	0.54.12.or.	13.33.	37.28. 0.
Guatemála.....	Nueva-España.	5.12.16.oc.	78. 4.	14.15. 0.
Guárda.....	Portugal.....	0.38.20.or.	9.35.	40.22. 0.
Guaxáca.....	Nueva-España.	5.14.16.oc.	83. 4.	17.25. 0.
Hacha.....	América Sept..	3.42.40.oc.	55.40.	11.30. 0.
Huésca.....	España.....	1. 4.52.or.	16.15.	42. 6. 0.
Huéscar.....	Idem.....	0.56.32.or.	14. 8.	37.50. 0.
Jáca.....	Idem.....	1. 4.20.or.	16. 5.	42.28. 0.
Jaén.....	Idem.....	0.51.16.or.	12.49.	37.46. 0.
Jerusalén.....	Asia.....	3.27.28.or.	51.52.	31.50. 0.
Ingolstadt.....	Alemania.....	1.51.38.or.	27.54.	48.46. 0.
Isla de la Ascension.....		0.10.12.or.	2.33.	7.57. 0.*m*
Isla de Borbon.....		4.48. 8.or.	72. 2.	20.51.43.
Isla de Francia.....		4.56. 0.or.	74. 0.	20. 9.45.
Isla de Hierro.....		0. 3. 7.oc.	1. 2.	27.47.20..*s*
Ispahan.....	Persia.....	4.37.28.or.	69.22.	32.25. 0.
Kebec.....	Canadá.....	3.33.24.oc.	53.21.	46.55. 0.
Lamégo.....	Portugal.....	0.36.24.or.	9. 6.	41. 4. 0.

Nómbres de los Lugares.		*Diferéncia de los Meridiános* en tiempo.	*Diferéncia de los Meridiános* en grados.	*Latitudes á altúras del Polo.*
		H. M. S.	G. M.	G. M. S.
Landau.....	Francia.....	1.38.38.or.	24.40.	49.11.40..*s*
Larédo.....	España.....	0.50.56.or.	12.44.	43.29. 0.
León.....	Idem.....	0.45.12.or.	11.18.	42.47. 2.
León.....	Hondúras.....	4.36. 0.oc.	69. 0.	12.25. 0.
León.....	Francia.....	1.25.27.or.	21.22.	45.45.51.
Leyda.....	Provincias-Unid.	1.23.53.or.	20.58.	52. 8.40.
Leisick.....	Alemania.....	1.55.28.or.	28.52.	51.19.14.
Lieja.....	Idem.....	1.28.28.or.	22. 7.	50.39. 0.
Lila.....	Idem.....	1.18.25.or.	19.36.	50.37.50.
Lima.....	Perú.....	4. 1.10.oc.	60.18.	12. 1.15.*m*
Lisbóa.....	Portugal.....	0.29.33.or.	7.23.	38.42.20..*s*
Lleréna.....	España.....	0.42.20.or.	10.35.	38. 8. 0.
Logróño.....	Idem.....	0.55.52.or.	13.58.	42.17. 0.
Lója.....	Idem.....	0.49.32.or.	12.23.	37.20. 0.
Lúgo.....	Idem.....	0.37.36.or.	9.24.	43. 4. 0.
Luisburgo.....	América.....	2.53.32.oc.	43.23.	45.53.45.
Lóndres.....	Inglatérra.....	1. 6.47.or.	16.27.	51.31. 0.
Macáo.....	China.....	8.41.13.or.	130.18.	22.12.44.
Madrid.....	España.....	0.52.25.or.	13. 6.	40.25.40.
Mahon.....	Menorca.....	1.21.22.or.	20.20.	39.50.46.
Magúncia.....	Alemania.....	1.39.28.or.	24.52.	49.54. 0.
Maláca.....	Indias.....	7.54.28.or.	118.37.	2.18. 0.
Málaga.....	España.....	0.48. 0.or.	12. 0.	36.46. 0.
Mallórca ó Palma.....		1.16.52.or.	19.13.	39.35. 0.
Malínas.....	País-Báxo.....	1.24. 3.or.	21. 1.	51. 1.50.
Málta.....	en su Isla.....	2. 4. 2.or.	31. 2.	35.54. 0.
Manila.....	Filipinas.....	9. 7.28.or.	136.52.	14.30. 0.
Marsélla.....	Francia.....	1.27.37.or.	21.54.	43.17.45.
Martiníca (Isla de la).....		2.58.57.oc.	44.27.	14.43. 9.
Mechoacan.....	Nueva-España.	5.56.32.oc.	89. 8.	20. 5. 0.
Medinasidónia.	España.....	0.42.32.or.	10.38.	36.25. 0.

Nómbres de los Lugares.		*Diferéncia de los Meridiános* en tiempo.	en grados.	*Latitudes ó altúras del Polo.*
		H. M. S.	G. M.	G. M. S.
Mérida	España	0.41.44.or.	10.26.	38.45. 0..*s*
Mérida	Yucatan	5. 1. 0.oc.	75.15.	20.10. 0.
Mérida	Tierra-Firme	3.48.20.oc.	57. 5.	8.15. 0.
Metz	Francia	1.30.58.or.	22.45.	49. 7. 5.
México	Nueva-España.	5.32. 2.oc.	87. 8.	19.22.30.
Milán	Italia	1.42.48.or.	25.42.	45.28.10.
Miránda	Portugal	0.42.12.or.	10.33.	41.30. 0.
Módena	Italia	1.50.58.or.	27.45.	44.34. 0.
Montpellier	Francia	1.21.39.or.	20.25.	43.36.33.
Mondoñédo	España	0.38.32.or.	9.38.	43.30. 0.
Moscow	Rusia	3.37.13.or.	54.18.	55.45.20.
Munich	Alemania	1.52.28.or.	28. 7.	48. 2. 0.
Múrcia	España	1. 3.28.or.	15.52.	37.54. 0.
Morviédro	Idem	1. 6.52.or.	16.43.	39.44. 0.
Náxera	Idem	0.54.36.or.	13.39.	42.13. 0.
Nancy	Francia	1.30.46.or.	22.41.	48.41.28.
Nantes	Idem	1.59.53.or.	14.58.	47.13.17.
Nápoles	Italia	2. 2.58.or.	30.44.	40.50.15.
Narbóna	Francia	1.18. 9.or.	19.32.	43.11.13.
Nicoya	Nicaragua	4.44.20.oc.	71. 5.	10.30. 0.
Nimes	Francia	1.23.33.or.	20.53.	43.50.35.
Nombre de Dios.	América	4.11.12.oc.	62.48.	9.32. 0.
Noyon	Francia	1.18.11.or.	19.33.	49.34.37.
Nueva-Orleans.	América	4.54.57.oc.	83.27.	29.57.45.
Nuremberg	Alemania	1.50.24.or.	27.36.	40.27. 0.
Olíte	España	1.12. 0.or.	15. 3.	42.37. 0.
Olínde	Brasil	1.14.32.oc.	18.38.	8.13. 0.*m*
Opórto	Portugal	0.32.52.or.	8.13.	41.10. 0..*s*
Orán	Africa	1. 5.20.or.	16.20.	35.55. 0.
Orénse	España	0.36.24.or.	9. 6.	42.23. 0.
Orihuéla	Idem	1. 4. 0.or.	16. 0.	38.12. 0.

Nómbres de los Lugares.		*Diferencia de los Meridiános* en tiempo.	en grados.	*Latitudes ó alturas del Polo.*
		H. M. S.	G. M.	G. M. S.
Orleans.....	Francia.....	1.13.45.or.	18.26.	47.54. 4..*s*
Osma.....	España.....	0.54.20.or.	13.35.	41.33. 0.
Osténde.....	País-Báxo.....	1.17.48.or.	19.27.	51.13.55.
Oxfort.....	Inglatérra.....	1. 1. 8.or.	15.17.	51.44.57.
Pádua.....	Itália.....	1.53.50.or.	28.28.	45.22.26.
Paléncia.....	España.....	0.48. 0.or.	12. 0.	42. 8. 0.
Pamplóna.....	Idem.....	0.59.52.or.	14.58.	42.50. 0.
Panamá.....	Amer. Sept.....	4.13.20.oc.	63.20.	9. 0. 0.
París.....	Francia.....	1.15.28.or.	18.52.	48.50.12.
Pau.....	Idem.....	1. 5.32.or.	16.23.	43.15. 0.
Pekin.....	China.....	8.52. 3.or.	133. 1.	39.54.13.
Perpiñan.....	Francia.....	1.17.44.or.	19.26.	42.41.55.
Petersburgo.....	Rúsia.....	3. 7.26.or.	46.52.	59.56. 0.
Píco de Tenerife.	Canarias.....	0. 0. 0.	0. 0.	28.12.54.
Pisa.....	Italia.....	1.46.56.or.	26.44.	43.43. 7.
Plasencia.....	España.....	0.43. 4.or.	10.46.	39.52.30.
Popayan.....	Amer. Merid...	3.57.32.oc.	59.23.	2.28. 0.
Pondicheri.....	Indias Orient...	6.25.58.or.	101.44.	11.56.30.
Portoalegre.....	Portugal.....	0.37.32.or.	9.23.	39.10. 0.
Portovélo.....	Amer. Sept.....	4.13.12.oc.	63.18.	9.33. 5.
Purificacion.....	Idem.....	6. 7.12.oc.	91.48.	19.57. 0.
Quanton.....	China.....	8.38.21.or.	129.35.	23. 8. 0.
Quito.....	Amer. Merid...	4. 5.32.oc.	61.23.	0.13.17.*m*
Realejo.....	Amer. Sept.....	4.56.52.oc.	74.13.	12.35..... .*s*
Reims.....	Francia.....	1.22.20.or.	20.35.	49.14.36.
Rivadavia.....	España.....	0.35. 0.or.	8.45.	42.15. 0.
Rio Janéyro.....	Amer. Merid...	1.45.52.oc.	26.13.	22.54.10.*m*
Rochéla.....	Francia.....	1. 1. 5.or.	15.16.	46. 9.43..*s*
Róma.....	Italia.....	1.56. 5.or.	29. 1.	41.53.54.
Rónda.....	España.....	0.45.16.or.	11.19.	36.48. 0.
Rósas.....	Idem.....	1.19.32.or.	19.53.	42.20.15.

Nombres de los Lugares.		*Diferéncia de los Meridiános* en tiempo.	*Diferéncia de los Meridiános* en grados.	*Latitudes ó alturas del Polo.*
		H. M. S.	G. M.	G. M. S.
Ruan	Francia	1.10.29.or.	17.37.	49.26.43..s
Salamánca	España	0.44.56.or.	11.14.	41.15. 0.
Salamánca	Amer. Sept.	5. 8.32.oc.	77. 8.	17.30. 0.
Salónica	Turquía	2.38.40.or.	39.40.	40.41.10.
Schwenzingen.	Palatinado	1.40.44.or.	25.11.	49.23. 4.
Sta. Fé de Bogota.	Amer. Mer.	3.47.28.oc.	56.52.	4.10. 0.
S. Lucar de Barrameda		0.41. 4.or.	10.16.	36.46. 0.
Sta. Márta	Amer. Sept.	3.50.10.oc.	57.32.	11.26.40.
S. Omer	Francia	1.15. 8.or.	18.47.	50.44.46.
Santander	España	0.43.32.or.	12.23.	43.32. 0.
Santiágo	Idem	0.33.20.or.	8.20.	42.54. 3.
Santiágo de Leon.	América	3.21. 0.oc.	50.15.	10.15. 0.
Santillána	España	0.48.36.or.	12. 9.	43.29. 0.
S. Salvador	Amer. Sept.	5. 5.52.oc.	76.28.	14. 5. 0.
S. Sebastian	España	0.58.40.or.	14.40.	43.23.30.
Segórbe	Idem	1. 6. 0.or.	16.30.	39.55. 0.
Segóvia	Idem	0.50.52.or.	12.43.	41. 2. 0.
Sens	Francia	1.19.16.or.	19.49.	48.11.56.
Sevílla	España	0.43. 0.or.	10.45.	37.20. 0.
Siám	Indias	7.49.28.or.	119.22.	14.18. 0.
Sigüenza	España	0.56.44.or.	14.11.	41. 5. 0.
Smirna	Turquía	2.55.27.or.	43.52.	38.28. 7.
Solsóna	España	1.12.40.or.	18.10.	42. 1.15.
Sória	Idem	1. 0.40.or.	15.10.	41.45. 0.
Stockolmo	Suecia	2.18.18.or.	34.35.	59.20.30.
Strasburgo	Francia	1.37.13.or.	24.18.	48.34.35.
Surate	Indias	5.55.28.or.	88.52.	21.10. 0.
Tarazóna	España	1. 0. 4.or.	15. 1.	41.59. 0.
Tarragóna	Idem	1.11.24.or.	17.51.	41. 8.20.
Teruel	Idem	1. 3.52.or.	15.58.	40.30. 0.
Tobolsck	Siberia	5.39.48.or.	84.57.	58.12.30.
Tolédo	España	0.52. 0.or.	13. 0.	39.50. 0.

Nómbres de los Lugares.		*Diferéncia de los Meridiános* en tiempo.	en grados.	*Latitudes ó altúras del Polo.*
		H. M. S.	G. M.	G. M. S.
Tolon.....	Francia.....	1.29.54.or.	22.29.	43. 7.24..*s*
Tolósa.....	Idem.....	1.11.53.or.	17.58.	43.35.54.
Tornea.....	Suecia.....	2.42.56.or.	40.45.	65.50.50.
Tortósa.....	España.....	1. 9. 4.or.	17.16.	40.58. 0.
Tóro.....	Idem.....	0.44.28.or.	11. 7.	41.40. 0.
Trípoli.....	Berbería.....	1.58.29.or.	29.37.	32.53.40.
Truxíllo.....	España.....	0.43.56.or.	10.59.	39. 7. 0.
Tudéla.....	Idem.....	1.24. 0.or.	15. 6.	42.10. 0.
Turin.....	Italia.....	1.36.48.or.	24.12.	45. 4.14.
Túy.....	España.....	0.32.44.or.	8.11.	42. 3. 0.
Tirnaw.....	Hungría.....	2.16.23.or.	34. 6.	48.23.30.
Ubeda.....	España.....	0.52.32.or.	13. 8.	37.58.30.
Upsal.....	Suecia.....	1.16.38.or.	34.17.	59.51.50.
Uraniburgo.....	Dinamarca.....	1.57.38.or.	29.25.	55.54.15.
Valéncia.....	España.....	1. 6.28.or.	16.37.	39.30. 0.
Vallodolid.....	Idem.....	0.48. 4.or.	12. 1.	41.45. 0.
Varsovia.....	Polonia.....	1.30.28.or.	37.37.	52.14. 0.
Venécia.....	Italia.....	1.54.26.or.	28.37.	45.25. 0.
Vera-Cruz.....	Amer. Sept.....	5.13.44.oc.	78.26.	19. 9.38.
Verona.....	Italia.....	1.51.22.or.	27.51.	45.26.26.
Versálles.....	Francia.....	1.14.37.or.	15.39.	48.48.18.
Vitória.....	España.....	0.54.36.or.	13.39.	42.52. 0.
Vique.....	Idem.....	1.15.36.or.	18.54.	41.57. 0.
Viena.....	Alemania.....	2.11.38.or.	32.54.	48.12.32.
Villéna.....	España.....	1. 4.28.or.	16. 7.	38.40. 0.
Wurtzburg.....	Franconia.....	1.47. 3.or.	26.46.	49.46. 6.
Wilna.....	Polonia.....	2.47.58.or.	41.59.	54.41. 2.
Witemberga.....	Alemania.....	1.56.22.or.	29. 6.	51.43.10.
Ylo.....	Amer. Merid...	3.38.44.oc.	54.31.	17.36.15.*m*
Zamóra.....	España.....	0.43.12.or.	10.48.	41.45. 0..*s*
Zaragóza.....	Idem.....	1. 3.44.or.	15.56.	41.45.15.
Zervéra.....	Idem.....	1.11.20.or.	17.50.	41.39. 0.

CAPÍTULO VII.

De la Física.

La Física és una demostracion de la naturaleza, ó por mejor decir, el secreto por donde investigámos y descubrímos parte de las admirables disposiciones divinas, como lo manifiéstan el autor del Espectáculo de la Naturaleza, y ótros muchos que hán escríto sóbre éste asúnto. Sóy tan amante de ésta ciéncia, que me alegraría infinito hubiése sido el único objéto destinado á ocupar mi vida.

És su orígen tan antíguo que se ignóra totalmente: háy quien asegúra que el primer Físico fué *Moschus*, y que éste por ótro nombre éra Moysés.

Segun *Possidónio* és mas antígua la Física que la guerra de Troya. *Thalés* empezó á enseñar los princípios físicos; y luégo continuáron *Anaxîmándro* y *Anaxímenes*, sus discípulos, en la mísma. Despues de éstos víno *Demócrito*.

De éstos quatro el priméro se dedicó al conocimien to de la água: *Anaxímenes* al del áyre: *Demócrito* al del del fuégo; y finalmente éntre éstos y *Archeláo*, *Sócrates*, *Pláton y Aristóteles*, yá se convíno en distinguir los quatro eleméntos de áyre, água, tierra y fuégo, que son los fundamentos de la Física.

És tan admirable ésta ciéncia, que aún quando los santos precéptos, y nuestra Madre la Iglesia no nos enseñ́sen que háy un Dios Todo-poderoso, la mísma Física en el estúdio de las maravíllas de la naturaleza nos lo demostraría. Pues és imposible contemplar la mas mínima cosa, como

v. g. una hója de un árbol ó una flor; sin conocer aquélla labor en cada hója, aquélla igualdad en éllas, sus vénas por donde pasa el súco para su aliménto; el olor, el color y la virtud que tiene: és imposíble dígo contemplar tantas maravíllas sin conocer que háy un Dios infinitamente bueno, sábio, justo, poderoso, criador, principio y fin de todas las cosas.

Y me parece que un hombre que tóme gusto á la Física, y se ocúpe en asúntos tan buenos, és cási increible ténga valor para dárse á los vícios. Pues si su divina Magestad há manifestado su poder despues de criar al hombre en dárle tantas y tantas cosas en ésta vida para su mantenimiento, utilidad, servício y diversion, ¿qué tal será la gloria que espera al justo? Pero me sálgo de mi asúnto (como híce en la Astronomía) y no me acuerdo que la parte de Física que vóy á escribir, és la metálica para los reloxeros, y nó la contemplatíva, destinada á entendimientos superiores al mío.

Sin embargo parte de ésta (que és la experimental) tambien la necesitámos. Báxo de éste supuesto, y de que quanto mas sencíllas y naturales son las cosas, tanto mas son expresívas, me parece haber halládo el módo mas verdadero para explicar sus princípios.

Supóngo un pastor en el campo, muy extraño de saber que háya tal Física en el mundo. Éste hombre en un verano, quando el tiempo está muy rigoróso de calor, que el áyre está tan espéso (segun su entender) que apénas percíbe su aldéa: vé que hácia tal ó tal parte háy una pequéña nube: conoce la mudanza de tiempo: como en efecto de allí á poco se nubla el cielo: empiezan los truenos:

cáe una fuerte tempestad: se acóge debáxo de un árbol ó una peña, ínterin pasa, segun le indíca á su instinto la mísma naturaleza.

Acabánse los truenos y la tempestad: queda el cielo límpio, las nubes muy léxos, sále del sítio en que estaba, y distíngue no solo su aldéa, sí tambien las puertas de las casas; conoce tal vez la súya, y en una palabra vé clarísimamente ótros objétos que ántes no podía.

Precisamente éste hombre conoce que és el áyre quien se há purificado, como efectivamente así és, que el áyre y la água abatiéron todos ó la mayor parte de aquéllos hálitos sulfúreos que la tiérra exâla, y espesaban la atmósfera.

Todos los labradores sáben que quando vuelan las golondrinas muy báxo, las puertas de un quarto se hínchan, y tambien las cuérdas de una guitárra báxan, y ótras muchas cosas á éste tenor, és señal fíxa de água, como por lo regular sucede así efectivamente. Luego el áyre, la atmósfera, y el tiempo tienen gran poderío sóbre la mísma naturaleza, y mucho mas en la humana.

Una cuérda de violín ó una de píta, clavada en la pared de una y ótra punta, colgando una pésa de plómo, y héchas unas líneas horizontales debáxo de ésta en la pared: se observará, que quando quiéra llover se hinchará la cuérda, subirá la pésa, y señalará en una de díchas líneas su variedad; y si la cuérda se séca, se alargará, baxará la pésa, y és señal de buen tiempo. Éste instrumento se lláma *higrómetro*, y de él se servían los Romanos y Cartagineses quando querían tener algun dia de cámpo.

El mercúrio metido en un cañúto largo (de una cier-

ta medída) que esté tapado por arriba hermeticamente, y abierto por debáxo, para que pueda sufrir las alteraciones del tiempo, haciéndole subir ó báxar mas ó ménos, segun la densidad ó condensidad del áyre (quiero decir lo espéso ó líquido del áyre), és un instrumento que se lláma barométro, sumamente útil en muchas ocasiones, y mayormente en la Medicína, pues con él se sábe si mañana hará buen tiempo ó malo. Porque quando súbe el mercúrio, tanto mas aprisa lo hága en el espácio de un dia, tanto mas segúro será bueno el dia siguiente; y por la contraria si se apresura en báxar el mercúrio, fixa és la água. La razon és clára, porque quanto mas púro está el áyre tiene mas elasticidad, y apoyando su columna sóbre el mercúrio, le háce subir con mas vigor; y por la contraria, tanta ménos ténga, y con ménos fuerza apóye sóbre el mercúrio, tanto mas baxará éste.

Verdaderamente que los reloxeros debieran tambien aficionarse á la Historia natural, en conocer las conchas, plantas marínas, petrificaciones &c. De allí pasarían á instruirse en el conocimiento de los metales; y éste así para las váras de las lentéjas en las péndulas reales, como para los reloxes marínos que termínen el púnto de la longitud, les recompensaría del trabájo que hubiesen tomado en estudiarla.

Hágase, pues, cargo el lector que toda la tierra és una composicion de partes, que aunque nos parecen tan diminútas como arénas, y aún mucho mas, sin embargo encierran en sí todas las partes salitrosas, sulfúreas, y demás matérias combustibles. Buena pruéba tenemos en Madrid, pues vémos sacar tierra fuera de qualquiera de las puertas

de ésta Villa, llevárla á la fábrica del salítre, destilárla, y sacárle para hacer la pólvora. Sabémos que la tiérra encierra en sí las minas de hierro, estáño, azógue, plata, óro, cobre &c. Sabémos tambien que el sol exâla sus vapores de la tiérra: luego precisamente éstos estarán impregnádos de éstas matérias. Ahóra, pues, tanto mas esté la atmósfera cargada de éstos hálitos, tanto mas respirando nosotros éste mísmo áyre, harán impresion en nuestra sángre, pues la háce en los metales y en los que no lo son.

De los higrómetros.

Pruéba de todo lo dícho empezaré explicándo un higrómetro. El que aquí expongo és uno que inventé allá en mi juventud estando en Ginébra. Éste consistía en una cuérda *c* de violín suspendida, y bien sujéta en la púnta de un espécie de árco *b*, figúra 121, lámina 20, el qual estaba perpendicular á una tábla redonda *a*. Cláro está que dícha cuérda caía perpendicularmente en el céntro de dícha tábla, segun la disposicion del árco: y ésta estaba repartida en 60 grádos, y al extrémo de la cuérda estaba sujéta una agúja como de mareár. Mediante lo qual sucedía, que si quería hacer tiempo séco, secándose la cuérda, hacía dár média vuélta, mas ó ménos, á la agúja adelantando, v. g. désde los 35 grádos, hásta los 50 ó 60 &c.; y si quería hacer humedad, humdeciéndose de por sí la cuérda, me lo indicaba la agúja, segun los grádos que había retrocedido. Lám. 20. Fig. 121.

Ótro higrómetro puede hacer facilmente qualquiera de éste módo. Tómese un péso de pesar doblones: suspén-

dase de un clávo en una pared (donde no corra mucho áyre, v. g. déntro de un escaparate será mejor) como si fuéra para pesar óro: póngase en un ládo una pésa de plómo, y del ótro ládo igual péso de sal; y se observará que quando hága tiempo húmedo, pesará mas la sal que el plómo; y si sucediése lo contrario en el tiempo, pesará mas el plómo que la sal. Algunos hácen en un náype una porcion de círculo dividida en grádos: la ponen bien sujéta en el puente del fiel, y la púnta de éste señala en díchos grádos la diferéncia del tiempo.

A éste tenor se hácen un sin fin de higrómetros de divérsas invenciones: mediante los quales se sábe la humedad ó sequedad que háy en el tiempo de un dia á ótro; y así éstos instrumentos áunque no son comparables con los barométros, tienen un gran mérito para las observaciones meteorológicas.

De los barométros.

Generalmente todos son de sentir que el inventor de éste instrumento fué *Toricélli*, discípulo de *Galiléo*. Qualquiera sabe tambien que observando en qué grado está el mercúrio hóy por la mañana, si en el cúrso del dia súbe dícho mercúrio, mañana hará mejor tiempo que hóy; y si báxa, será al contrario. Ésto és en general el barométro. Veámos con alguna mas extension su utilidad, suponiendo un barométro bueno y bien hécho.

En todos los barométros se vé, que en la parte superior que és donde se obsérva el mercúrio, díce, v. g. buen tiempo, variáble, água, viento &c. Pero ésto no débe

tomarse como un artículo de fé, porque el mercúrio tiene sus variaciones, segun los tiempos y los clímas.

1.° Quando báxa el mercúrio, no siempre pronostíca água, que á veces solo és viento.

2.° Quando hácen grandes vientos, aunque no llueva, báxa tambien el mercúrio, y aún mas de lo regular: se entiende segun de donde vengan los vientos, porque el mercúrio permanecerá mas álto quando háya vientos de Éste ó de Nordeste, que en los demás.

3.° Por poco que el mercúrio suba despues de haber llovido mucho, hará de fíxo buen tiempo. Porque despues que llueve sube el mercúrio con mucha prontitud.

4.° Si en tiempo de llúvias báxa aún mas el mercúrio, durarán mucho tiempo.

5.° Si quando háce mal tiempo, y ántes que éste páse, sube el mercúrio diariamente dos ó tres dias, anúncia buen tiempo y durable.

6.° En tiempo muy caloróso, si báxa el mercúrio tronará; pero si aunque báxe, és poco espácio, durará el buen tiempo.

7.° Quando el mercúrio sube en invierno, señal de hiélo: si báxa algo deshelará; y si luego vuelve á subir nevará.

8.° Si el mercúrio báxa mucho en buen tiempo, y que exísta en éste estádo, hará tiempo húmedo, y regularmente grandes vientos.

9.° Y finalmente si anda subiendo y báxando, sin fijarse será el tiempo variable.

Con éstas observaciónes (que las hé sacado de buenos autores) y las que los mísmos barométros suelen traer im-

presas al márgen, puede qualquiera saber tal qual servírse de las ventájas que dá un barométro, yá séa para la Medicina, ó para otras muchas observaciones.

Por éstas se sabe que el barométro hace mas variacion en los países septentrionales, que en los meridionales. Y el Señor *Halléy*, Inglés de Nacion, observó que éntre los trópicos y el equador varía poquísimo, como lo experimentó en la Isla de Santa Heléna.

Por otra parte los Señores *Cassini*, *Maráldy* y *Chacelles* observáron que quanto más un barométro está levantado de la superficie ó llanúra de la tiérra, tanto mas báxa el mercúrio; y halláron que por diez toesas francesas, baxába una línea.

De ésto resultó que estando yo en Ginébra, *Monsieur de Luc*, hijo de mi maestro, gran Matemático y Físico, inventó un barométro portátil, que mereció los apláusos de la Académia de París, con el qual en qualquier montaña ó lláno se puede saber la altúra de aquél sítio sóbre el nivel del mar.

De los termométros.

Si la demostracion de los efectos del higrómetro y barométro son útiles á un reloxero, mas lo serán las del termométro. El conocimiento de éste le és absolutamente indispensáble; pero cuidado con tener uno bueno, por lo que ahóra diré.

Sin embárgo ser de la Académia de Floréncia la invencion del termométro de espíritu de víno, y que *Reaumúr* se distinguió por su habilidad en construírlos; el célebre

Halléy no lo aprueba por éstas razones: primeramente el espíritu de víno se rarifica mas quando és nuevo que quando és añéjo: lo segundo que su márcha (digámoslo así) en el túbo no és igual, ni unifórme en proporcion á los grádos de calor que experiménta: lo tercero que éstos termométros no sírven para medir grádos mayores de calor ni de frío, porque en el primer cáso dicho espíritu hiérve, y en el segundo se hiéla.

El termométro de mercúrio és el mejor. Éntre los muchos Físicos que buscáron su perfeccion, fuéron celebrados *Fareneith*, *Isla*, *Reaumúr* y *Christino*; pero sóbre todos éste último túvo mas acierto; y así un buen termométro de mercúrio és el mas segúro: primeramente porque el mercúrio jamás pierde de su calidad: lo segundo que no se evapóra déntro del cañúto: lo tercero que és prontísimo en subir ó baxar en qualquiera impresion del áyre: lo quarto que sígue exâctamente los grádos de calor y frío; y que se fixa siempre en el mísmo púnto de dilatacion que estúvo en la água hirviendo, y al mísmo púnto de condensacion que estúvo metído en el hiélo.

Éste utilísimo instrumento sírve éntre ótras cosas para templar el calor ó el frío en el precíso grádo para la vegetacion: para experiéncias chîmicas: para la salud humana: para la conservacion de plantas curiósas encerradas en invierno, á las que se débe dár el mísmo grádo de calor: para los gusános de séda: para ótras muchas cosas; y sóbre todo en éste líbro para la reloxería.

Enterado el lector de todo lo dicho, tenga cuidado, que al páso que los higrómetros, barométros y termométros sufren tantas alteraciones de la intemperie del tiempo,

que lo mísmo sucede en los metáles. El latón y el acéro se dilátan y se condénsan en tanto grádo (como ahóra explicaré), que éllos son en parte cáusa de las variaciónes de las péndulas: y aún en los reloxes chicos; y pruéba de éllo obsérvese que supongámos sále un navío de Cádiz, pasó de Inglatérra, y llegó al Nórte: tanto mas se acercará á éste, quanto mas todas las piézas se condensarán, ésto és, se apretarán ó cerrarán sus poros, y particularmente el muélle; de cúyo efecto resultará que adquirirá mas elasticidad, de suerte que el relox llegará á adelantar 10, 12, 15 y 20 minútos ó mas al dia, por caúsa del frío. Vuélva el navío con el relox á Cádiz, y segun váya acercándose, se irán dilatando los metáles, irá atrasándo el relox, y al llegar á dicho puerto, se volverá á hallar arreglado con córta diferéncia.

Por la contraria, sálga el navío de Cádiz con dicho relox, váya á Cartagena de Indias, y tal vez llégue á la línea equinoccial: sucederá que segun se acérque á ésta désde que salió de Cádiz, se irán dilatando los metales, y atrasará el relox de conformidad, que como á la línea se puede llegar lo que al pólo nó, hará aún mas diferéncia en el atráso que quando se le llevó al Nórte. De vuelta á Cádiz volverán tambien á cerrar los póros de sus piézas, y volverá á hallárse bien con córta diferéncia.

Éste és el motívo de que los reloxes por bien héchos que háyan estado hásta ahóra, no han podido servir para tomar el púnto físo de la longitud en el mar.

El relox maríno que inventé, y que yá hé citado en el capítulo de la Geografía, tenía éntre ótras particularidades, la de tener un termomètro metálico, tambien de mi inven-

cion, que puesto contrariamente al espirál del relox hacía adelantárle toda aquélla cantidad que las dilataciones de los metales le hubiesen hécho atrasar; y le hacía asímismo atrasar ótro tanto mas de aquéllo que se condensasen.

El escribir yo éste capítulo no és con el fin de enseñar á arreglar una péndula real para que ánde bien. Mi intén-to és el insinuar el módo de construírla, que no hága en un año un minúto de diferéncia si puede ser. Lo que será de mucha importáncia para observaciones matemáticas.

Para ayudar en ésto al aplicado reloxero le pondré aquí las observaciónes héchas sóbre la dilatacion de los metáles.

El módo fué inventándo unos *pirómetros*, que son unos instruméntos en los que puéstas váras de latón, acéro, hierro, &c. todas del mísmo lárgo, y cáda una de por sí, con igual grádo de calor, para lo qual ayúda enteramente un termométro, se conoce en el pirómetro quanto se alargan unas váras mas que ótras, y por consiguiente, quál és el metal que se diláta mas: y aún se conoce tambien en un mísmo metal, como supóngo el acéro, qué diferéncia háy estándo éntre cási templado ó recocído.

El curióso puede vér la explicacion de un pirómetro en la *Física del Abate Nollet*; y ótro (que aún me gústa mas) en el segundo tomo del *Ensáyo de Reloxería de Berthoud.*

Observaciónes héchas con diferéntes metáles.

Para hacérlas se tomáron unas barrétas, siendo todas perfectamente de un mísmo lárgo y gruéso. Se tuviéron primero en un barríl lleno de hiélo. Despues se fué sacan-

do cada una de por sí, y bien límpia se púso en el pirómetro: de lo que resultó que cada qual se fué dilatando, lo que demuéstra la tábla siguiente. Bien entendido que se mantúvo un fuego tan igual que el termométro permanecía siempre en los 27 grádos.

Tábla de la dilatacion de los metáles.

El acéro recocído se dilató	69	360
Hierro recocído	75	
Acéro templádo	77	
Hierro batído	78	
Óro recocído	82	
Óro tirado en la hiléra	94	
Cóbre	107	
Pláta	119	
Latón	121	
Estáño	160	
Plómo	193	
Vídrio	62	

El número 360 que está al lado quiere decir v. g. que el acéro recocído se dilató 69, ésto és $\frac{69}{360}$. El hierro recocído se dilató 75 que és $\frac{75}{360}$, pues el pirómetro tenía una agúja, puesta en un círculo dividído en 360 grádos; y así se deben entender los demás.

Obsérvese tambien lo primero que los metáles se condénsan tanto como se dilátan; y lo segundo, que (régla general) la dilatacion del acéro á la de el latón és como de 3 á 5, quiero decir que si de dos bárras iguales una de acéro y ótra de latón, la primera se diláta 3 líneas, la segunda se dilatará 5.

Éstas observaciónes sírven para construir la vára de la

lentéja de una pendúla real, que se quiéra perfeccionar en sus dilataciones; pues és cláro que estando los metáles sujétos á tanta alteracion, no se puede esperar una gran exâctitud en su arréglo.

Para remediar éstos inconvenientes, aquéllos mas hábiles reloxeros de éste síglo como *Ellicott* [1], *Thiout*, *Berthoud* y ótros, inventáron las váras duplicadas, ésto és, que la vára de la lentéja fuése de dos váras una de latón, y ótra de acéro, puestas en disposicion que quando la úna por dilatárse hiciése baxar la lentéja, la ótra la subiese la mísma cantidad.

Ótros las hiciéron con tres, y aún *Berthoud* con muchas.

Á todas estas observaciónes añádo una, y és la del acéyte que se póne en los reloxes. És increíble los cháscos que dá en éste país (háblo en Madrid). Muchos reloxeros se descabézan en considerar el por qué un buen relox hácе diferéncias, y aún tal vez se pára, estando en todo lo demás corriénte.

Ésto procéde de no reparar que acéyte se pone; y así á veces se coagula, ótras se séca, ótras háce una espécie de légamo, y ótras cási una cola de carpintero.

Á mí me sucedió tener que sentir con uno de los reloxes del quarto de S. M. recien entrado en Palacio; pues un dia sin saber por qué atrasó una hóra: quité por entónces aquel relox, que éra uno de sobremesa de los de la al-

(1) En el tomo 4 de *Leçons de Phisique experimentale* del Abate Nollet, pag. 367, se vé la explicacion de las váras duplicadas de Ellicott. Las de Thiout en su *Tratado de reloxería*, y las de Berthoud en su *Essay sur l'Horlogerie*.

cóba, y por consiguiente de los mas importantes: púse ótro en su lugar: fuése S. M. al Real Sítio del Pardo: le tráxe á mi casa, inmediatamente desármole, y hállo que el acéyte que tenía, y que probablemente alguno de mis antecesores había puesto muchos años ántes, parecía totalmente cóla; pues estando desarmado dícho relox, se quedáron algunas ruédas tan pegadas por los pivótes á los mísmos agujéros que no querían salir.

Exâminé todo él: ví que no tenía cosa particular, y sí que estába muy bien hécho, le limpié, armé y andúbo grandemente. Pero dícho acéyte-cóla me costó mucho trabáxo para arrancarlo de los pivótes, y dexarlos límpios.

Éste és uno de los exemplares que demuéstran el cuidado que se débe tener con el acéyte, y mucho mas en los reloxes chícos.

Ótros tóman acéyte de Fráncia, éste és muy bueno, pero cuidado con él quando empieza á ponerse claro como água, déntro del frasquito en que se guarda. Entónces no sírve, pues és pruéba que empieza yá á corromperse, lo qual sucéde regularmente en éste país ántes de los dos años.

El de Valéncia y Yépes, siendo de la mejor calidad son buenos, y algo mas el de Andalucía; pero generalmente el acéyte al cabo de un año no sírve para reloxes.

El módo de tener el mejor de qualquier parte és éste.

En toda tinaja sucede que la flor de él sube arriba, y se queda encíma, de conformidad que segun el tamáño de la tinaja háy dos ó tres dédos de éste acéyte superior, segun afirman los mismos cosecheros, el qual suelen sacarlo con un cascaron de huevo para regalar en la Corte. Con

que cogiéndolo de éste mísmo módo en el mejor paráge de España, que no hé podido todavía averiguar qual séa, por haber muchos y buenos, se tendrá buen acéyte para los reloxes, pero tambien prevéngo, que se renuéve todos los años; y qué apénas se empiece á poner turbio, se échen unos perdigones de plómo bien límpios en el frasquíto del acéyte: éstos atráeran á sí todo lo dañoso del acéyte, y al cabo de algun tiempo se verá como una espécie de nube encíma de éllos.

El que viene de Fráncia con tal que de fíxo se sépa que és de *Provénza*, y que és frésco, és tambien muy especial para lo mísmo (1).

Mas volvámos á mi asúnto de la dilatacion de la péndula. Dexando á un lado la complicacion de váras en la de la péndula, por ser demasiado difícil para algunos reloxeros: se puede tambien remediar en parte su dilatacion, haciendo que la potánza (ó palomílla) que sosténga dícha vára, esté separáda y claváda á la cáxa, como sucéde en mi péndula de equácion, cap. XXVI, figúra 59, lámina 13, y que ésta séa de latón, cúyo lárgo y grueso séa proporcionado al de la vára de la lentéja.

Cláro está, que dilatándose ésta hácia abáxo, mudará el púnto de osciliacion, y atrasaría el relox, pero como

(1) Se me olvidaba ótro módo que háy de purificar el acéyte. Se tóma una quartilla de acéyte, se le écha como una docena de almendras amárgas, no machacádas, sino en quanto estén quebrantádas, y éstas atráen al fondo toda la fléma del acéyte. Este se filtra despues por un cucurúcho de papel, cúyo agujéro séa muy chico, ó ótra cosa semejante, á fin de que páse el acéyte púro, y quéde separado de qualquier cuerpo inútil.

tambien és precíso que la mísma cáusa que la hága dilatar, produzca el mísmo efecto en la potánza; y como ésta está bien firme á la cáxa en su extrémo inferior, se dilatará tambien, pero será hácia arríba, y por consiguiente hará subir la vára toda aquélla cantidad que se hubiése dilatad o y en una palabra mantendrá cási siempre el mísmo púnto de osciliacion.

Se supóne que una potánza así no será como las demás, sinó del largo proporcionado al de la vára de la lentéja, guardando la mísma proporcion en el grueso.

Con todo lo expresado hásta aquí, yá puede venir el lector en conocimiento, que las mísmas cáusas que hácen variar un termométro, contribúyen á la discrepáncia de un relox: y más si és en uno maríno, que sírva para determinar el púnto de la longitud.

Ótras háy tambien, aunque séa en una péndula real, como son, el dárle cuérda, bien que éste yá está remediádo en algunas, mediante una palánca ó trinquéte con su muélle, que se háce hincar sóbre la penúltima ruéda, para que el relox ánde ínterin se le dá cuérda; pero no todas tienen ésta curiosidad.

Ótra muy esencial encuéntro, y és el calor de la piéza ó sala donde está el relox. Soy de sentir que si éste está destinado para observaciones, se procúre que en invierno y verano mantenga á poco más ó ménos el mísmo temperamento, con lo qual se evitarán en mucha parte las malas resultas del acéyte, y la dilatacion ó condensacion de los metáles.

Conviene asimísmo tener mucho cuidádo con la cáxa, que no digo esté bien hécha, sinó bien firme en la pared

y suélo, de módo que aunque la tropiecen, no la puedan hacer meneár en la menor cosa. Ésto lo úno, y lo ótro que esté bien ajustada, y tambien los cristáles, para que absolutamente no puéda entrar pólvo: éste és un venéno para los reloxes.

Sóy de sentir que el módo de conservar una buena péndula, sería haciendo otra segunda cáxa, ó guarda-polvo lisa y llána, con su cristal por delante, para poder ver la hóra en el relox. Y entónces éste, mediante su primer cáxa y ésta segunda, se conservaría mucho tiempo límpio, y sufriría ménos la intempérie del tiempo.

Ótra háy tambien muy esencial, que débe el aplicado reloxero tener preséntе al fabricar el relox, que és los *flotaméntos*. Yo disimularía que las platínas, ruédas y acéro estén mal pulídas, pues no importan en un relox, sinó para el adorno; pero no le perdonaría el descuído en los flotaméntos. Bien sé que éstos no se pueden evitar del todo, y que és precíso los háya; pero como dice el célebre *Berthoud* no se ha de esmerar tanto en evitarlos, como en procurar séan siempre los mísmos.

El módo és, haciendo que ruédas, piñónes y pivótes estén bien redóndos, éstos bien pulídos, los agujéros encasquillados con buen latón dúro, bien héchos y pulídos con el alisador (que bien fácil és). Los engargántes y escápe bien héchos, las ruédas no muy gruesas, y ótras precauciones que anteriormente déxo escrítas.

Mediante todo lo qual podrá el aplicado reloxero construir un relox exâcto; y yo celebraría que éste líbro le hubiera contribuído á su perfeccion.

Olvidabáseme decir (despues de escríto éste capítulo)

quál és el mejor acéro para hacer las piézas de los reloxes de bolsíllo. Y así dígo que el acéro que tiene el gráno mas fíno y muy igual és el mejor ; lo qual se conóce rompiéndo un pedacíto, y exâminándole con el microscópio. Ésto consíste ó en estar mejor forjado, ó en que los póros son mas iguales. Además que el gráno fíno admíte ménos porosidad que el grueso, lo que se experiménta en el témple, pues aquél se tuérce ménos que éste, se tornéa con mas perfeccion, y al trabajárlo, no está la piéza tan expuesta á rompérse.

Lo mísmo prevengo tocante á el latón.

CAPÍTULO VIII.

De la Maquinária.

El conocimiento de ésta ciéncia és tan precióso á un reloxero, que en muchas ocasiones, ó le desaparénta el serlo, por vários invéntos tal vez extraños de la reloxería, ó le sáca de muchos apriétos. Yo le contémplo igualmente útil para todo género de personas, pues supóne tener princípios de Matemática y Física.

Un buen maquinísta no solo débe computar y medir las fuérzas opuéstas éntre sí en qualquier relox, máquina ó ótra cosa, relativamente á sus posiciónes, sí tambien débe saber de qué naturaleza son.

Ésta ciéncia empezó por *Archytas*, *Aristóteles*, *Archîmédes* &c. Los descubrimientos que con su ayúda se hán hécho, honráron á sus inventores. Buenas pruebas tenemos á la vísta en los molínos, batánes, las diferentes

bómbas para sacar ó para tirar la água, los surtidóres en los jardínes, los coches, los puentes levadízos en las plázas de armas; y mas que todo, los reloxes y los navíos, y otras muchas invenciones tan ingeniósas como útiles. Díce el *Abate Nollet* que éstos merecen mas aplauso que los que se dedican á la Geometría mayor; por no ser tan importante la solucion de un probléma, como qualquiera de díchas máquinas.

DEFINICION.

En qualquier máquina se considerarán quatro cosas principales, que son *poténcia*, *resisténcia*, *púnto de apóyo ó céntro del movimiento*, y aún tambien *el tiempo que tarda en meneárse la poténcia*.

Se lláma *poténcia* una fuerza qualquiera ó muchas juntas destinádas á vencer un obstáculo. Y así el muélle, ó la pésa de un relox, una mula que tíra de un cárro &c. son las poténcias ó fuerzas matríces.

Pero se há de considerar el cómo se empléan éstas poténcias, porque aunque un hombre séa capáz de cargárse con 20 arrobas, y un caballo con 60: ésto será por un tan córto espácio de tiempo, que no se débe contar con ésta poténcia: y sí, si á úno y á ótro se les cárga con la quarta parte de péso. Pero si en lugar de éstas poténcias, se empleáse una piédra ó otro género de pésa semejante, entónces sí que se puéde contar en todo tiempo con una fuerza igual. Y si en lugar de éstos géneros de poténcias se empleáse el muélle de un relox, por grande que fuése, debía contárse con muchísima fuérza en su princípio, mediána en la mitad, y ninguna hácia el fin.

La *resisténcia* és tambien otra resisténcia, ó la suma de diferentes obstáculos, que se opónen al movimiento de qualquier cosa.

Se lláma *punto de apóyo* ó *céntro del moviento* aquél á cúyo alrededór todas las demás partes de la máquina se muéven, como en una ruéda de coche el punto del ráyo que tóca á tierra quando ánda, el éxe de una garrúcha &c.

El *tiempo que tarda en meneárse la poténcia* se míde por los espácios que corre y por la resisténcia.

Y generalmente todo péso diríge su camíno hácia el céntro de la tiérra.

De la paláca.

La paláca considerada matemáticamente no és ótra cosa que una *línea récta* (*y sin péso*) *que régla las distáncias y posiciones de la poténcia, la resisténcia y punto de apóyo.*

Tosca y *Nollet* prescriben tres géneros de paláncas, pero *Cámo* no admíte mas que uno, considerando el efecto que únas y ótras producen.

La *romána* és justamente una paláca, que en toda élla se corre el pilón, para que equilibrándo al péso que se cuélga al gancho, que está en el otro lado se sépa lo que éste pésa.

Lám. 20. Fig. 122. En una romána regular *a*, *b*, *d*, figúra 122, las dos paláncas *f g* son iguales, por cúyo motíbo si en el gancho *b* se pone una líbra de péso, y ótra en el ótro *d*, estarán en equilíbrio, por ser díchas dos paláncas iguales, pues tanto háy de *f* á *i*, como de *i* á *g*.

Si á éstas mísmas se quíta la pésa *g d*, y se pone en *n*,

entónces será precíso poner en su gancho dos líbras, para que igualen con la una que háy en el gancho *b*.

Si dícha pésa *n* 2, se pone en *e* habrá que poner quatro líbras: y si se pone dícha balánza en *c*, serán menester 8 líbras, para que igualen con la una de la pésa *b*.

Con lo que se manifiésta que siendo la paláncа *f i* doble de *i n*, le básta la mitad de péso para su equilíbrio. Siendo quatro veces mas lárga que *i e*, básta una quarta parte. Y finalmente siendo ocho veces mas lárga que *i c*, básta con una octava parte de péso.

Obsérvese que hémos quitado primero la mitad de la paláncа *i g*, que és en *n*: despues hémos quitado la mitad de ésta, y quedó *i e*; y por último quitámos tambien la mitad de ésta, y quedó *i c* octava parte de lo lárgo que és *f i*.

De ésto se comprehenderá que la fuerza de la paláncа nace de su mísmo lárgo y de su mayor movimiento, dando por supuesto el gruéso proporcionado. *Con que el movimiento será á la paláncа en la mísma razon que su fuerza; y ésta en la mísma razon que el movimiento:* como se vé en la figúra 123, lámina 21, que si en un púnto de apóyo ó balánza las dos paláncas con sus pésas *a e* son iguales, si la una *e* báxa ó ánda el camíno *e c*, el mísmo andará la pésa *a*; pero si se alárga la paláncа *e* hásta *r*, ó se pone la pésa *e* en *r*, ésta alcanzará un doble de fuerza, que será en la mísma razon que su movimiento *r s*. Lám. 21. Fig. 123.

Y si se pusiése dícha pésa *e* en *u* el movimiento *u n* será en razon de su lárgo, y de la fuérza que alcánza désde *u* hásta *n*.

Pero cuidado no confundírse con la proposicion de

que *lo que se gana en fuerza se pierde en tiempo*, pues aún en dícha figúra se vé, que trazando una parte de círculo *e g* désde el púnto *u*; que lo que se há alargado la palánca és hásta *g*: se ésta viendo que el tiempo que se há perdído és désde *u* hásta *n*, y que fálta toda la porcion *n g* para que se piérda en tiempo lo que se há ganado en fuerza (1).

La mayor fuerza que puéde hacer una palánca és quando la línea de direccion fórma ángulo récto con la horizontal.

Lám. 21. Fig. 124. En la figúra 124, lámina 21 se vé que puésta una palánca *a b* sóbre un púnto de apóyo *c*: si désde su extrémo *b* se áta una cuérda con una pésa *e*, sucederá que ésta baxará cada vez con mas velocidad hásta que la palánca llegue á estár en la horizontal *c d*, pero en pasando de allí, segun váya baxándo, irá perdiendo su fuérza, por la mísma razon que la fué ganando, hásta estár en dícha horizontal.

Fig. 125. De aquí resúlta que si un hombre quiere levantar un péso *a*, figúra 125, convendrá se pónga nó en *b* sinó en *c*, con lo que adquirirá aún mas fuérza que en la figúra antecedente.

Fig. 126. Lo mísmo sucederá si el púnto de apóyo está en *a*, figúra 126, y el péso ó piedra en *b*.

(1) No obstante prevéngo al lector, que aunque me opóngo á dicha proposicion, me quéda la dificultad de que parte de los mejores autores citados en éste líbro dicen lo contrario. Y como mis muchas ocupaciones no me han permitido hacer una máquina que téngo inventada, para (observadas mis experiéncias) justificárlo, póngo ésta nota en la duda de si mi sentir padece equivocacion.

Sin embargo para contentar á algunos sugetos dividiré la palánca en tres suertes. Y así dígo que *la palánca de la primera suerte* és la que hémos vísto en la figúra 125, en la qual el púnto de apóyo *e* se hálla éntre el péso *a* y la potência *d*. *La palánca de la segunda suerte* és la de la figúra 126, en la qual el péso *b* está éntre la poténcia *e*, y el púnto de apóyo *a*. Y *la de la tercera suerte* és aquélla en que la poténcia *p* está éntre el púnto de apóyo *a* y el péso *c*, figúra 127, v. g. *a c* és un madéro, y el hombre que le levantáse en *p*: éste sería la poténcia; *a* el púnto de apóyo, y *c* el péso. Lám. 21. Fig. 125. Fig. 126. Fig. 127.

Finalmente dos poténcias están en equilíbrio, quando ámbas son iguales en fuerza ó gravedad, aunque sus proporciones séan distíntas como hémos vísto en la figúra 122, lámina 20. Lám. 20. Fig. 122.

El esfuérzo de una palánca, ténga la figúra que quiéra, solo exíste en una línea récta tirada désde el púnto de apóyo al otro extrémo de élla.

Tenémos á la vísta la lláve de un relox ó de un organíllo, figúra 128, que aunque és cúrva para mas adórno, su esfuérzo está en la línea *a e*. De lo que se sígue quan inútil séa dár á una palánca ótra figúra que la récta. Lám. 21. Fig. 128.

El cabestánte, figúra 129, és una palánca contínua, que trabája siempre con igual impúlso, y con la mayor fuerza que una palánca pueda alcanzar. Su púnto de apóyo está en el céntro que és *a*. La circunferencia del árbol donde se enrósca la maróma és una palánca pequéña; y las grandes son *b c d e*. Fig. 129.

Ténga cuidado el lector con lo dícho en éste capítulo, y conocerá que los engargántes, escápe y garrúcha, ó ci-

líndro para la cuérda del péso que hácen andar un relox, son paláncas. Mas cláro, cada diénte de una ruéda que háce andar el de un piñón, ó el de éste á la ruéda és una palánca. Lo mísmo sucede con cada diénte del roquéte ó catalína en cada paléta del escápe; y con el tambor de un relox tambien lo mísmo, que entónces el caracól és una palánca. Diré de paso algo de ésta piéza.

Explicacion del caracól de un relox.

És el caracól una piéza de tanto mérito que ántes que le inventásen, ningun relox de faltriquéra (ésto és de volánte) podía andar bien. És dígna de la mayor atencion, así por su utilidad, como para fabricárla.

Su figúra és cónica, y con un escalon (llamémosle así) que empieza désde la bása, y sube espiralmente hásta la superficie superior. Fórma regularmente siete escalónes, que considerádos como círculos alrededór de su árbol, que está en el céntro, los semidiámetros de éstos son ótras tantas paláncas. Y el motívo de ser su figúra cónica és para moderar la fuerza del muélle real; pues estando éste remontado enteramente, con ser su fuerza demasiáda está minoráda, por ser los primeros semidiámetros ó paláncas pequéñas á proporcion de éstas: y segun vá perdiendo su fuérza se ván apartando del céntro los escalónes, y por consiguiente siendo yá paláncas mayores alcánza igual fuerza, y se consigue estár el relox arreglado en el espácio de las 24 hóras. Pues estando las poténcias en razon recíproca de sus distáncias, désde el púnto de apóyo hásta el paráge donde se encuentran, dében usar con igual fuérza.

Volviendo á mi asúnto dígo, que así como en un ro-

dáge qualquiera, si se háce dár vueltas á la última ruéda ó venteról, se consígue de todo él lo que se quiére, por mucha resisténcia ó torpeza que ténga: así tambien si se háce un rodáge destinádamente fuerte para levantar qualquier péso, por enórme que séa, se conseguirá con mucha facilidad; v. g.

Supóngo ser las manos de un hombre que dán vuelta á la cigüeña *a*, figúra 130: y éste será la poténcia que córre 10 veces mayor espácio que el piñón *b*: éste *b* 10 veces mayor que el piñón *c*: éste 10 veces mayor que *e*; y que éste ánde tambien mayor espácio que el cilíndro *s*. Las fuérzas de la poténcia crécen en la mísma proporcion en que su velocidad excéde á la del péso. Luego la poténcia *a* respécto al péso *f* equivále á 10000 poténcias iguales á sí mísma; y suponiendo ser la poténcia *a* igual á 100 líbras de péso, que son las que precisamente puede mover por sí sola, equivále en las fuerzas á 10000 poténcias bastantes cada úna para mover 100 líbras. Con que la poténcia aplicada en *a*, podrá levantar en virtud de ésta máquina 1000000 líbras de péso. Lám. 21. Fig. 130.

Bien comprehenderá el lector por lo que déxo explicado en la reloxería, que para ésto és precíso que la cigüeña *a d* séa 10 veces mas larga que el semidiámetro del piñón *b*. Y asimísmo que para que éste dé 10 vueltas, por una de la ruéda *r*, deberá ser ésta 10 veces mayor, y tener tambien 10 veces mas de diéntes; de módo que si el piñón *b* tiene 10 diéntes, la ruéda *r* tendrá 100.

Con que de aquí podrá inferir que los tres piñónes *b c e* son cáda uno de 10 diéntes, y la tres ruédas *r i n* tienen cada úna 100.

És tan tremenda ésta máquina, que segun la solidéz en su construccion é inventíva, és capáz de levantar los mayores pésos del mundo. Porque si en lugar de tres ruédas con sus piñónes, se ponen quatro, seis, veinte &c. tambien con correspondiéntes piñónes, levantará más y más péso en razon de su auménto.

Muchos autores han explicado ésta máquina solo para la demostracion de la palánca; pero nó de un módo que pudiera usárse de élla, pues cláro está que fabricada que fuése, y queriendo usarla, una vez subida la pésa *f* hásta llegar cerca del cilíndro *s*; al hacer ésta observacion, si por casualidad ó descuído soltásen de repente la cigüeña, la mísma pésa *f* haría correr el rodáge con tanta violéncia, que tal vez al soltar la mano se le rompería la mísma cigüeña al hombre; ó tal vez la mísma máquina se haría mil pedazos, que seguramente no harían ningun benefício á las personas que se hallásen presèntes.

Para evitar éste perjuicio, y que dícha máquina no solo sírva para experiméntos, sí tambien en los casos que se ténga por conveniente, pues aunque háy ótras muchas, ésta merece alguna atencion, por lo que la hé querido perfeccionar del módo siguiénte.

Hágase la vára del piñón *b* bastante larga, para que sálga del otro lado de la platína, como se vé en *p*. Ajustésele á éste pivóte un roquéte como se vé en *p*, que éntre con su agujéro quadrádo. Pónganse quatro álas en cruz semejantes á las dos *g h*: cáda úna de éstas há de tener su trinquéte con su muélle; y todos quatro trinquétes serán para dícho roquéte *p*.

Sucederá que como díchas álas pésan bastante, y cogen

mucho áyre ó nó tornearán, ó lo harán muy poco al voltear la cigüeña, pero de todos módos no estorvarán el manejo de ésta, por hallárse siempre aquéllas en equilíbrio. Pero si al subir algun péso, ó yá á mitad del camíno, ó yá quando esté arriba, se suelta la cigüeña: en el mísmo instante quéda agarrado el roquéte á los quatro trinquétes, como quando se dá cuérda á un relox, y empezarán las álas á dár vuéltas, como las de un molíno de viento. Y si por ser mucha la violéncia del péso *f* aún torneásen díchas álas con demasiada velocidad, lo qual se puede experimentar primero, haciendo subir dícho péso un poco, se pueden quitar díchas álas y poner ótras mayores. No ignóro que se piérde el tiempo; pero ésto no implíca quando el asúnto lo mérece.

De la garrúcha ó poléa.

La garrúcha sírve para disminuir los flotaméntos, que sin élla serían muy considerables, estándo puesta sóbre su circunferéncia una cuérda con un péso, si cuérda y garrúcha no volteásen alrededór del éxe de ésta.

Y así una poténcia *a*, figúra 131, que sosténga un péso *b*, estando la garrúcha fixa, la poténcia será igual al péso, por ser el púnto de apóyo en *r*, y cúyos brazos ó paláncas *r d*, *r c* son iguales. Lám. 21. Fig. 131.

Y por la contrária en las garrúchas movíbles, si dícha poténcia *a* sostiéne un péso *b*, y que dícha garrúcha *d r c* séa móvil, ésta poténcia será la mitad del péso *b* siempre que la direccion de éste, y la de la poténcia séan paralélas. Porque en éste cáso el diámetro *d c* és una paláncа, en la

que el púnto de apóyo está en el extrémo *d*; la poténcia al ótro extrémo *c*, y el péso en el céntro *r*.

La garrúcha dóble ó multiplicáda tiene la mísma fuerza que la palánca, si se extráe el doblez de la cuérda y flotaménto de los éxes.

Diré primero que quando háy una sola garrúcha, de cúyo gancho cuélga la pésa, figúra 132, lámina 21, como sucéde en nuestros reloxes de ocho dias de cuérda, puésta la pésa *s*: el cilíndro ó garrúcha de la imperial, al qual está atáda la cuérda *a* soporta la mitad del péso de la pésa *s*, y el otro cábo *b* atádo á la tábla del movimiento sostiéne la otra mitad. Y por éso el relox se lláma á dóble cuérda, pues si colgáse solamente de la cuérda *a*, tendría el relox cuérda para quatro días, que sería los que tardaría en baxar la pésa al suelo. Pero como con ésta garrúcha sucéde que no solamente la cuérda bébe ser bastante larga para llegar al suelo, sí tambien para llegar del suelo hásta el núdo *b*: cláro está que gásta el dóble de cuérda que si baxára solo al suelo. Y si para gastarla sencílla tardába quatro dias, para gastarla dóble tardará ocho. Y ésta és la razon porque tienen díchos reloxes cuérda para ocho dias.

Lám. 21. Fig. 132.

Lám. 21. Fig. 133.

És una cosa muy conocída la garrúcha; pero cuidado en el saber servírse de élla. La figúra 133 demuéstra, que si baxándo la cuérda *a* désde el relox, pasáse por la garrúcha *e*, y despues por la garrúcha *c*, y se pusíese colgando de su extrémo una pésa *i* de dos líbras, siendo la pésa *t* de quatro; sucedería que la *i* de dos líbras haría equilíbrio con la de quatro. Ésto consíste en lo que acábo de explicar, ésto és, que la cuérda *a* sostendrá dos líbras de la pésa *t*, y la que sube por la pésa *c* otras dos. Luego no pe-

sándo la *t* mas que dos por una parte, y por la ótra siendo la multiplicacion de garrúchas en la mísma razon que la palánca, se hallaría ser el equilíbrio de dos líbras con quatro.

Pero si según se vé en la figúra 134, baxándo la cuérda *a* désde el relox, pása por la garrúcha *b*, y luego por la *c*, despues por la ótra garrúcha *d*, y se áta en *e* debáxo de la jáula: puestas las dos pésas *f g* de igual péso (segun requiera el relox) sucederá que andando éste baxará primero la pésa *f*, y habiendo llegado al suelo, baxará la pésa *g*, sin que el relox sufra alteracion. Lám. 21. Fig. 134.

Finalmente se pueden aumentar quantas garrúchas se quiéra, siguiendo ésta régla. *La poténcia és al péso, como la unidad és al dóble de las poléas movíbles.*

Ésta parte de la maquinária que hé explicádo, descúbre quan precísa és en la reloxería para exercerla con conocimiénto. Si el lector se dedíca á élla con alguna aplicacion, le será de grande utilidad en muchas ocasiones. No me extiendo á más, por no aumentar éste líbro, pero diferentes autores hán tratado de élla con mucha claridad. Un célebre Inglés (Bowls) asegurába que generalmente todas las artes y oficios nacen de la reloxería; pero se supone acompañada de la maquinária.

CAPÍTULO IX.

De la Música.

No és ménos precísa que las demás partes de la Matemática para que un reloxero sépa su árte con perfeccion. No se le ofrecerá tal vez en diez años componer un relox de equacion, y en éste tiempo puede acontecer le entréguen 20 reloxes de música. Luego sino posée ésta, y mas si le mándan que en un relox que tenga dos ó mas minuetes los quíte y substitúya ótros, será forzoso hallárse muy atascádo.

Bien conózco me responderán que háy algunos reloxeros que saben la música, pero no ponerla en un relox, por carecer del secréto para picar el cilíndro. Y confesaré tiene razon, pues aún en los países extrangeros, hásta aquí el que le sabía lo guardába; y así éran poquísimos los que lo lograban, pues con él ganaban mucho dinero.

Yo mísmo he andado en Ginébra mucho tiempo buscando é indagando quien me lo enseñáse, pero fué en válde.

Viéndome, pues, en Madrid establecído, é ignorándolo, no túve mas remedio que el discurrir cómo se podía hacer ésta manióbra, supuesto que yá había estudiado la música.

Un dia ví en un relox Inglés que el cilíndro tenía tirádas líneas alrededór, y que cáda una de éstas correspondía á cáda una de las cólas de los martíllos: yá ésto me dió alguna luz pero muy pequéña.

En ótra ocasion me víno para componer otro relox tambien Inglés, observé que el cilíndro tenía héchas líneas horizontales á lo largo de él: parecióme que estaban divididas de tres en tres; y ésto me bastó para comprénder poco mas ó ménos el cómo se podía picar un cilíndro.

En efécto híce úno, tomé el minuéte que queria poner: éste tenia ocho compáses en la primera parte, y ocho en la segunda, que son 16: repitiendo dos veces cada parte ya éran 32. En éste estado tiré mis ocho líneas al tórno debáxo de las cólas de los ocho martíllos, que éran los que había, y para cúyas notas escogí un minuéte que tuviése las mísmas. Y luego repartí la circunferéncia del cilíndro en 33 partes, haciéndome cargo que sería precíso (como así fué) dexar ésta una de mas, para que désde quando acába de correr el rodáge de la música, hásta que volviese á empezar, hubiése éntre úno y ótro el valor de un compás, á fin de que todos los martíllos quedásen desembarazádos del cilíndro.

Despues por cada una de las 32 partes tiré una línea lo largo del cilíndro. Hécho ésto, y viendo que el minuéte éra de tres por quarto, dividí cada compás en tres partes para los tres tiempos.

Yá sabía yo que las campánas éran *sol*, *fa*, *mi*, *re*, *ut*, *si*, *la*, *sol*, empezando por la izquierda, que éra la campána mas pequéña, y éstas notas las apunté en un papel para no equivocárme.

En éste estádo, y teniendo á mi lado la música del minuéte que quería poner, empecé por el *re*, que éra la primera nota y de un tiempo entero. Las quatro siguientes éran corchéas iguales, púse dos en cada tiempo ó parte del

compás, que con el *re* que ocupába la primera, yá éran los tres tiempos del primer compás, y le túve picado.

A éste tenór fuí poniendo las demás nótas del minuéte, procurando dexar de punto á punto el espácio correspondiente al valor de cáda nota. Híce los agujéros, púse las púntas, y luego me hallé con ótro chásco, que era el cómo dexar éstas del mísmo lárgo únas que ótras. Finalmente con cuidádo, y poco mas ó ménos lo conseguí: armé el rodáge, y me hallé que tocába el minuéte mucho mejor de lo que yo podía esperar de mí mísmo, y sobre todo guardába bien el compás.

Fué inexplicable el gústo que recibí aquél dia. Désde entónces, y mayormente habiendo puesto despues ótros vários minuétes y tocátas en reloxes, me propúse el buscar un módo mas fácil para poder poner música mas difícil. Para ésta operacion túve digamoslo así que andar á tiéntas, y mucho mas para poner los acordes y las apoyatúras, de lo que me resultó el inventar el instruménto siguiente.

Explicacion del instruménto que inventé para picar los cilíndros.

Lám. 22. Fig. 135. La mísma figúra 135, lámina 22, manifiésta todo el secréto: *b c d e* és un quadrádo que se desárma en *c*, en *d* y en *e*: *a* és un quadrádo ó pié de la máquina para ponérla en el tornillo: *h g* son dos piézas semejantes á las de los tornos regulares con sus tornillos por debáxo.

La púnta ó vára *x x* sírve primeramente para llevar la ruéda *J* (cúya explicacion diré despues), dicha ruéda tiene su agujéro quadrádo, y se ajústa contra el asiénto *x*,

sujetándola con el tornillo *J*: éste asiénto és por consiguiente mas grueso que el résto de élla, para que páse jústa por el agujéro de la vára *c b*, y el de la piéza *g*, hásta recibir todo el pivóte del cilíndro en un agujéro, sujetándole con el tornillo *o*.

La ótra púnta *t* de la piéza *h* tiéne ótro agujéro donde éntra tambien el ótro pivóte del cilíndro, y se sujéta con el tornillo *p* de la piéza *h* por debaxo; y por encíma se sujéta con su tornillo grande á lo regular en la piéza *h*.

El puente *m n* sujéto con los tornillos *m n* tiéne 19 agujéros, que corresponden á ótros tantos practicádos en la bárra *d c*, para llevar los 19 punzones *i i i* &c. Cáda uno de éstos tiéne su muellecíto, como se vé en toda la figúra, para que se manténgan siempre levantados, á pesar de los golpes (aunque pequéños) que háy que dár con un martíllo sóbre el punzón que se necesite.

La piéza *q* sujéta con el martíllo *q* lléva en su extrémo un píco, que señála en los diéntes de la ruéda *J* los que ván pasando de élla, v. g. si és médio diénte, ó la tercera ó quarta parte de un diénte. Dicha piéza *q* puede subirse ó baxárse para ponerla siempre cérca de la ruéda, porque ésta á veces será mas chíca, y ótras mas grande.

Encíma de los punzónes ó delánte de la bárra *d c* están señalados los nombres de cáda uno: suponiendo que la campána mas chíca empieza désde la izquiérda, y la mayor désde la derecha: ésta empieza por el *sol* mas báxo del violín, y lléga hásta el *re* en la prima, cúyo diapasón és muy suficiénte para un relox, como podrá juzgar qualquier músico de profesion.

Prevéngo que és necesário tener diferentes puentes se-

mejantes á el *m n*, pues las líneas que se vén en el cilíndro *f* siendo las que cáen debáxo de las cólas de los martíllos; sucederá que en ótros estén mas júntas ó mas apartadas.

Los punzónes hán de estár bien héchos, cilíndricos y templádos, para que aunque se mude el puénte *m n* puedan servir los mísmos con sus muellecítos.

Tambien se tendrán várias puntas como las *x x* y *t t*, y lo mísmo digo de la ruéda *J*. Aunque por lo regular para cáda tocáta habrá que hacerla nueva, hásta tener una cierta cantidad de éllas.

El quadrádo *a* débe estár totalmente quadrádo para poder poner la máquina al torníllo, ó yá de perfíl ó yá de fachada, como se vé en la figúra 135.

Y por lo tocante á dicha ruéda *J* su utilidad és ésta. Supóngo que la tocáta ó minuéte que se quiere poner en el relox, tóca dos véces la primera parte y ótras dos la segunda, y que tiene 64 compáses, ó qualquier ótra cantidad que séa (no impórta). Se hará dicha ruéda mejor quanto mas grande (que el gruéso no háce al cáso), y se abrirá con ótros tantos diéntes como compáses háya, v. g. 64.

Despues si la tocáta és de tres por quatro, se volverá, no á abrir, sino á señalar cáda diénte en tres. El no abrir éstas dos señales nuevas en dicho diénte, facilíta para acordarse que de una hendidúra á ótra, ó de un diénte á ótro, háy un compás.

Si la músicá és de dos por quatro bastará señalar cáda diénte por el médio, y saldrán compáses de dos tiempos, como las contradánzas, y así &c.

Ésto sírve para la explicacion, pues por lo demás se deberá poner un diénte de mas á dicha rueda *J* que los

compáses que háya, cúyo diénte servirá para que en el cilíndro sóbre el huéco de un compás éntre el fin y el princípio de las tocátas: que és una cosa muy precísa, lo úno para que la música empiece y acabe como corresponde, y lo ótro para que los martíllos queden todos arrimádos á las campánas; pues parece muy mal quando despues de acabárse la música, quédan úno ó mas martíllos levantados.

Hécho ésto se pondrá la ruéda en el instruménto, atendiendo á que el gáncho de la piéza *q* se presénte éntre dos diéntes.

El punzón K no siempre será precíso, pero sí en algúnas ocasiones para acompañamiéntos.

Módo de servírse de ésta máquina.

Supóngo que la figúra 136, lámina 22, és el princípio del minuéte que se quiere poner en éste cilíndro *f*: véo que en el primer compás háy seis corchéas iguales; y que la primera és el *si* (que está en médio del diapasón, con que tómo tambien el mísmo en mi instruménto, que és el que está debáxo de X. Y contando de las tres partes la primera del primer diénte de la ruéda *J* para poner dos nótas en cáda parte, dóy con un martíllo pequéño un gólpe sóbre dicho punzón *si*: páso la mitad de dicha párte de diénte, y dóy ótro gólpe sóbre el punzón *sol*: páso un poco la ruéda, para que la línea de la segunda division se presénte debáxo de la punta *q*, y dóy un gólpe sóbre el punzón *re*: páso la mitad de ésta segunda division, y dóy ótro gólpe sóbre el punzón *sol*: páso aquélla parte para que se presénte la línea de la tercera parte de diénte, y dóy

Lám. 22. Fig. 136.

ótro gólpe sóbre el mísmo punzón *si*: páso la mitad de ésta tercera parte y dóy un gólpe sóbre el punzón *ut*: páso aquélla parte de diénte, y se presénta debáxo de la punta *q* una hendidúra grande, que me indíca, que pues se ha pasado un diénte entéro, tambien se há pasado un compás entéro, como en efecto és así.

Obsérvese que todos los compáses se empiezan siempre désde las hendidúras de la ruéda *J*.

Ahóra empiezo el segundo compás. Véo que és una nóta que entéra vále dos tiempos, y que és un *re*, dóy un gólpe sóbre éste punzón (el qual corresponderá sóbre dícha hendidúra, por ser princípio de compás) y de las tres partes de aquél diénte de dicha *J* páso dos, y en la tercera póngo las quatro nótas que siguen, teniendo cuidado de menear muy poco la ruéda de úna á ótra para que quépan todas quatro nótas.

Á éste tenor se irá picándo ó señalándo el cilíndro tan fácil y prontamente, que mas se tárda en su explicacion que en practicárlo, pues bien se manifiésta su claridad.

Prevengo se ténga cuidado con la música, y con el juego de campánas. Si éste está para música de dos sostenidos, v. g. para gesolreut, y aquélla en lugar de éstos tiéne bemóles ó bequádros, és precíso trasplantarla, y ponerla en dicho gesolreut.

Si és música de quatro tiempos, se dividirá cáda diénte de la ruéda *J* en quatro partes; y si música de dos tiempos, en dos partes cáda diénte.

Bien se déxa conocer que la ruéda *J* sírve de platafórma ó pantómetra en éste instruménto.

Adviérto que para que todas las púntas quéden puéstas

fuéra del cilíndro del mísmo largo, se hará un punto ó punzón, figúra 137, que por la parte inferior *a* esté tor- Lám. 22.
neádo bien pláno, y en el médio ténga taladrado un agu- Fig. 137.
jéro, el qual sírve para que despues de estár cási clavadas dichas puntas se dá con el martíllo sóbre él para que se acaben de clavar, hásta que dícha fachada *a* tóque al cilíndro: de éste módo sobresaldrán todas del mísmo largo.

CAPÍTULO X.

Del dibúxo y ótras cosas.

Además de ser muy conveniente que todo hombre que deséa tener alguna educacion sépa el dibúxo, és indispensáble en un reloxero, por lo que será muy del cáso que désde su juventud concurra por la noche, si és en Madrid á la Real Académia; y si fuéra á cása de algun maestro para apréndérlo, siquiera hásta que llégue á saber dibuxar figúras de modélo.

Tambien és muy precíso el que asísta por algun tiempo á casa de un buen arquitécto, por la razon de que aunque nosotros en rigor no necesitámos en la reloxería saber si las colúmnas de un edifício son dóricas, jónicas ó mixtas; ni que los árcos séan del gusto Gótico, ni las esfínges del Griégo: sin embárgo aprenderá allí algo de Planimetría (que és lo que nos importa saber), y se soltará en el manéjo de tirar líneas con exâctitud. Copiando aquéllos plánes sabrá practicamente tirar una perpendicular, trazar un paralelográmo, un exâgono, un polígono &c., y todas las demás figúras necesarias que con la Geometría le ha-

brán enseñado: lo qual le habilitará para mas adelante, si acáso invénta algun relox, saber hacer su plan, y sóbre todo el de la quadratúra; y aún mucho más el de la disposicion de las piézas, según que en la mísma reloxería, se háya inteligenciado.

Hé vísto fuéra de España reloxeros muy hábiles, que no sabiendo apénas firmar su nombre, al quererme demostrar una máquina ó qualquiera ótra cosa, no dában palotáda, y éra menester adivinar lo que querian decir. Éste és un defécto muy grande en un artífice reloxero.

Sería tambien muy del cáso supiése la léngua Francésa, pues estando traducídos en élla cási todos quantos líbros de reloxería háy en las Extrangéras, podía perfeccionarse solo con su aplicacion.

Y con ésto conclúyo éste Tratatado, encargando á mi lector, y mas si és reloxero se aplíque, y no se espante de las dificultades que encierra en sí la reloxería. Díce un refran latíno *patientia omnia vincit*: y ótro Francés tambien díce *L' homme vient à bout de tout.* Todo ésto quiere decir, que la paciencia todo lo alcánza, y que el hombre todo lo consígue. Y pregunto si el hombre todo lo vénce, el génio Español mas sútil (no háblo del mío) que el de ótra Nacion, ¿qué tal? Ánimo lector-paísano, y démos pruebas de que la nuestra no está un síglo atrasada.

INDICE

DE LAS COSAS NOTABLES DE ESTE LIBRO.

A

Ab. Mes Judáyco, pag. 3.
Acéro. Quál séa el mejor para la construccion de qualquier relox, p. 374.
Aceyte para poner en los reloxes. Várias observaciones sóbre éste particular, p. 370.
Adár. Mes Judáyco, p. 3.
Ajaz. Su relox, p. 7.
Ancho que dében tener las palétas de un relox de bolsíllo, p. 137.
Antesterión. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.
Años Julianos. Quándo empezaban, p. 2.
Appeléo. Mes Macedónio, p. 3.
Archîmedes. Su esféra, p. 8.
Artemísio. Mes Macedónio, p. 3.
Athyr. Mes Egípcio, p. 4.
Audinéo. Mes Macedónio, p. 3.
Auni. Mes Egípcio, p. 4.
Áureo número, p. 132.
Autómatos, p. 127.
Aydár. Mes Etiópe, p. 3.

B

Babilónios, p. 7.
Barloud. Fué el primero que hízo reloxes de sóbre-mesa, p. 13.
Barométro. Su explicacion, p. 362.
Biséxto, p. 1.
Boedroemión. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.

C

Cálculo de lae furza que regularmente alcanza una ruéda catalína en un relox Francés, para verificar con qué facilidad se puede parar el relox, p. 186.
Cálculo de las revoluciones de un relox, p. 15.
Calíbre de relox, p. 14.
Calíbre de una repeticion de bolsíllo: cómo se traza, p. 35 y siguientes.
Calíbre de piñónes, p. 18.
Cantidad lineal, Qué és en Álgebra, p. 227.
Cañón de ruéda de hóras. Qué precauciones necesita, p. 76.
Cañón de minútos. Cómo se sujéta, idem.
Caracól. Cómo se háce, p. 21. Su gáncho, idem.
Casiodoro. Reloxes de agua, p. 9.
Casleu. Mes Judáyco, p. 3.
Causas que hacen variar una péndula real, p. 372.
Cautividad de Babilónia, p. 8.
Chojat. Mes Egipcio, p. 4.
Cíclo solar, p. 316.
Cómputo de *Nievventit* de la distáncia que háy de la tiér-

ra al sol, p. 324.
Cramalléra. Cómo se háce, p. 41.
Cúbo en la Aritmética, p. 227.
Cúbo ó tambór. Cómo se háce, p. 22.
Curva de equacion. Cómo se háce, p. 173.

D

Dédo que vá sóbre la piéza de quartos de una quadratúra. Cómo se háce, p. 51.
Désio. Mes Macedónio, p. 3.
Despertadores de la cláse mas fácil, p. 90.
Diéntes rotos en las ruédas, y módo de soldarlos con curiosidad, p. 73.
Dilatacion de la vára de la péndula, p. 371.
Diluvio. Empezó en el otoño, p. 2.
Dio. Mes Macedónio, p. 3.
Dionisio. Su relox, p. 8.
Dios mandó se empezáse el año en el equinóccio de la primavera, p. 2.
Distro. Mes Macedónio, p. 3.
Dondió (Santiago). Su relox, p. 9.
Dulheggia. Mes Arábigo, p. 4.
Dulkandah. Mes Arábigo, p. 4.

E

Elaphebolion. Mes Griego y Atico, p. 4 y 5.
Elipse de equacion. *Véase* curva de equacion.
Emboitage. Término Francés que éntre reloxeros significa

lo que háy que hacer para ajustar una repeticion sin acabar en cáxa nueva, p. 52.
Epacta. *Véase* Áureo número.
Epiphi. Mes Griego, p. 4.
Escápe de ruéda catalína en la compostura de un relox, p. 60, 61 y 62. La diferéncia que háy de éste al de cilíndro, p. 138.
Esféras de Aténas, p. 9.
Estrélla polar, p. 324.
Estréllas. Su explicacion y distáncia á la tiérra, p. 323.
Exîsténcia de un solo Dios Todo-poderoso, comprobada por la física, p. 357.

F

Flotaméntos en qualquier relox, p. 373.
Fibi. Mes Egípcio, p. 4.

G

Gamelion. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.
Garrúcha chíca de una quadratúra. Qué medídas se toman para hacerla, p. 41.
Gerberto (el Padre). Su relox., p. 9.
Gorpiéo. Mes Macedónio, p. 3.
Gimbat. Mes Etiópe, idem.

H

Hamté. Mes Etiópe, p. 3.

Hecatombeon. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.
Henrique II, Rey de Francia, mando hacer el relox de Anet, p. 10.
Higrómetro. Su explicacion, p. 361.
Hook (el Doctor). Fué el primero que hízo reloxes de bolsíllo, p. 13.
Hóra. Su orígen, p. 7. Hóras distinguidas, idem.
Horquílla del rastrillo del regístro. Cómo débe ser, p. 161.

I

Inconvenientes que causan los autómatos en los reloxes, p. 129.
Ifiar. Mes Judáyco, p. 3.
Indicion Romana, p. 316.
Italianos, p. 7.

J

Jacatit. Mes Etiópe, p. 3.
Jamada posterior.
Jamada prior..... } Meses Arábigos, p. 4.
Junio Brúto, p. 6.
Júpiter. Quánto tiempo tarda en hacer una revolucion, p. 334.

K

Kalendario. Su explicacion désde la p. 312 y siguientes.

L

Lardón de un relox, p. 59.
Latón. Cómo se débe forjar ó batir, p. 16.
Leon de Francia. Su relox, p. 10.
Létra Dominical, p. 315.
Llave de relox de bolsíllo. Cómo débe sér, p. 77.
Livan. Mes Judáyco, p. 3.
Limazón de hóras. Cómo se háce, p. 50 y 51.
Limazón de quartos de una repeticion de bolsíllo. Cómo se háce, p. 44. Cómo se iguála, p. 47 y 48.
Lóo. Mes Macedónio, p. 3.

M

Magabit.
Magazia. } Meses Etiópes, p. 3.
Máquina capáz de levantar los mayores pesos del mundo, p. 381.
Marcheshuam. Mes Judáyco, p. 3.
Márte. Quánto tiempo tarda en una revolucion, p. 332.
Martíllos de un relox de repeticion de bolsíllo. Cómo se hácen, p. 36 y siguientes.
Mascáam. Mes Etiópe, p. 3.
Maya (Diosa); y orígen del mes de Mayo, p. 6.
Meicheir. Mes Egípcio, p. 4.
Memacterión. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.
Mercúrio. Quánto tarda en una revolucion, p. 333.
Mesori. Mes Egípcio, p. 4.
Metagitnion. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.

Minutería, p. 28.
Miperberetéo. Mes Macedónio, p. 3.
Montar la jáula. Lo que és, p. 17.
Movimientos sinódico y periódico de la luna. Su explicacion, p. 331.
Muélles de martíllo de repeticion, p. 38.
Muélle del quadránte de una muéstra, p. 28.
Muélle real, p. 15.
Muharrám. Mes Arábigo, p. 4.
Munichîon. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.

N

Nahase. Mes Etiópe, p. 3.
Nisán. Mes Judáyco, p. 3.
Noé. Abasteció el Arca en el otoño en el sentir de algunos, p. 2.
Numa Pompilio añadió dos meses al año Romuleo, p. 5.

O

Olimpiadas, p. 2.
Ordenanzas de Roma, idem.
Orientales, p. 6.
Orígen de la reloxería, p. 10 y siguientes.
Orígen de los meses, p. 5.
Orígen de los reloxes, p. 7.
Oro. Ruédas de éste metal, su diferéncia de las de latón, p. 135.
Osa mayor. *Véase* estrélla polar.

P

Pachon. Mes Egípcio, p. 4.
Paláca, p. 376.
Palétas, p. 16. Cómo se hácen, p. 26.
Palétas de un relox torcidas. Cómo se enderézan, p. 58.
Panémo. Mes Macedónio, p. 3.
Paóphi. Mes Egípcio, p. 4.
Pedro (Don), Rey de Aragon, mandó empezar el año por Navidad, p. 2.
Perítio. Mes Macedónio, p. 3.
Piéza de quartos de una repeticion. Cómo se háce, p. 45 y 47.
Piláres, p. 16 y 17.
Piñón, p. 15. Su explicacion quando és de á 12, p. 17.
Piñónes. Reglas generales para saber el gruéso que dében tener, p. 151.
Pirómetro. Su utilidad para el conocimiento de los metáles, p. 367. Lo que éstos se dilatan, p. 368.
Pyanepsion. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.
Planétas, p. 321.
Platína de piláres, p. 15.
Portapivóte. Cómo se háce, p. 24.
Posideón. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.
Posidónio. Su esféra, p. 8.
Potánza. Cómo se háce, p. 23.
Poténcia. Qué és en la maquinária, p. 375.
Púnto de apóyo, ó céntro del movimiento que és en dícha maquinária, p. 376.

Q

Quentas curiosas, p. 233, 234 y 255.

R

Rabia posteriór..
Rabia priór.....} Meses Arábigos, p. 4.
Raíz cúbica, en la Aritmética, p. 229.
Ramadán. Mes Arábigo, p. 4.
Regístro de un relox. Cómo débe ser, p. 26 y siguientes.
Relox de bolsíllo que tiene cuérda para un mes, p. 111.
——————————— para un año, idem.
———de sala que tiene cuérda para un mes, p. 120.
——————————— cuérda para un año, p. 121.
——————————— para diez años, idem.
———de la giralda de Sevilla. Quándo se hízo, p. 9.
———maríno. Su importancia, p. 342 y siguientes.
Reloxes de segúndos. Cuidado que se débe tener al fabricárlos, p. 96.
Repeticiones de bolsíllo. Por qué tocan mal, p. 80 y siguientes.
Resálto para la ruéda de segúndos, p. 99.
Resisténcia. Lo que és en la maquinária, p. 376.
Revolucion del sol, p. 6.
Ricardo Walingfort. Su relox fué el primero, p. 9.
Rodage de una repetícion de bolsíllo. Cómo se háce, p. 32 y siguientes.
Rómulo dió el nombre á Marzo, p. 5.
Roquéte de un rodáge de una repeticion. Qué medídas se

toman para hacerlo, p. 40.
Ruéda catalína, p. 15.
——— de cánto, idem y p. 25.
——— de caracól, idem.
——— de mano, p. 28.
——— de minútos, idem.
——— tercera, idem.
——— de ramboy ó ruéda siguiente, p. 28.

S

Saphár. Mes Arábigo, p. 4.
Satúrno. Quánto tiempo tarda en una revolucion, p. 334.
Scipion Nasica inventó los reloxes de agua, p. 8.
Schabán. } Meses Arábigos, p. 4.
Schawál. }
Scirrophorión. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.
Sehebath. Mes Judáyco, p. 3.
Segúndos. Módo de ponerlos en un relox que no los tiene, p. 99.
Sígnos en la Astronomía, p. 317.
Sine. Mes Etiópe, p. 3.
Sistéma de *Cassini* tocante á la distáncia de los Planétas á la tiérra, p. 323.
Sol. Módo de poner su gíro exâctamente en un relox, p. 330.
Soldar los diéntes. *Véase* diéntes.
Sólido..... } En la Álgebra qué és, p. 253.
Sursólido. }

T

Tábla de la aceleracion de las estréllas fíxas, para verificar el arréglo de los reloxes de péndula real, p. 329.
Tábla de la equacion del sol, p. 175.
Tambór. *Véase* cúbo.
Tamuz. Mes Judáyco, p. 3.
Tapones del cilíndro. Cómo se hácen, p. 141.
Termométro, p. 364.
Thargelión. Mes Griego y Ático, p. 4 y 5.
Thisri. Mes Judáyco, p. 3.
Thoth. Mes Egípcio, p. 4.
Tikymt..
Tisbas. } Meses Etiópes, p. 3.
Tir.....
Torre de Babel, p. 1.
Turcos y Arabes. Cómo dividen el tiempo, p. 2.

V

Valor de un numerador ó de un denominador de un quebrádo, p. 201 y siguientes.
Variacion del tiempo, p. 2.
Vénus. Quánto tarda en hacer una revolucion, p. 334.
Vic (Henrique de). Su relox en París, p. 9.
Uñéta chíca...
Uñéta grande. } Qué medidas se toman para hacerlas en una repeticion, p. 44 y siguientes.
Volánte de un relox, p. 16. Cómo se há de entender que está derecho, p. 58.

X

Xantiéo. Mes Macedónio, p. 3.

Y

Yebéth. Mes Judáyco, p. 3.

Z

Zoroastres. Úno de los mayores Astrónomos, p. 303.

TABLA

DE LAS LÁMINAS.

Que demuéstra en qué página está la explicacion de cada figúra de por sí; y de todas las contenidas en éstas láminas.

Lám. 1.ª Fig. 1.ª pág. 15. Fig. 2.ª pág. 23. Fig. 3.ª pág. 25. Fig. 4.ª pág. 22 y 28. Fig. 5.ª pág. 21 y siguientes. Fig. 6.ª pág. 31, 32 y 35. Fig. 7.ª pág. 32 y siguientes. Fig. 8.ª pág. 35 y siguientes. Fig. 9.ª p. 68. Fig. 10 pág. 72. Fig. 11 idem. Fig. 12 pág. 85. Fig. 13 pág. 93. Fig. 14 pág. 99 y 110.

Lám. 2.ª Fig. 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21 pág. 101 y siguientes.

Lám. 3.ª Fig. 22 pág. 103. Fig. 23 y 24 pág. 104. Fig. 25 pág. 107. Fig. 26. pág. 108. Fig. 27 y 28 pág. 111.

Lám. 4.ª Fig. 29. pág. 112 y siguientes. Fig. 30 pág. 117.

Lám. 5.ª Fig. 31 pág. 120. Fig. 32 y 33 pág. 121.

Lám. 6.ª Fig. 34 y 35 pág. 123.

Lám. 7.ª Fig. 36 pág. 125. Fig. 37 pág. 119 y 125. Fig. 38 pág. 126. Fig. 39 pág. 137. Fig. 40 y 41 p. 139 y siguientes. Fig. 42, 43 y 44 pág. 142.

Lám. 8.ª Fig. 45 pág. 143. Fig. 46 pág. 144. Fig. 47 pág. 145. Fig. 48 pág. 146 y siguientes. Fig. 49 pág. 149.

Lám. 9.ª Fig. 50 pág. 149. Fig. 51 pág. 151. Fig. 52 y 53 pág. 154. Fig. 54 pág. 155. Fig. 55 pág. 165.

Lám. 10. Fig. 56 pág. 168. Fig. 60 y 61 pág. 172.

Lám. 11. Fig. 57 pág. 169.

Lám. 12. Fig. 58 idem.

Lám. 13. Fig. 59 idem y pág. 331.

Lám. 14. Fig. 62 pág. 178 y siguientes.

Lám. 15. Fig. 63 pág. 213. Fig. 64 pág. 214 y 215. Fig. 65 idem y pág. 273. Fig. 66 pág. 227. Fig. 67 pág. 228 y 259. Fig. 68 pág. 259. Fig. 69 pág. 260. Fig. 70 pág. 221. Fig. 71 y 72 pág. 261. Fig. 73 p. 262. Fig. 74 pág. 263. Fig. 75 pág. 264.

Lám. 16. Fig. 76 pág. 265. Fig. 77 y 78 pág. 266. Fig. 79 y 80 pág. 267 y 268. Fig. 81, 82 y 83 pág. 268. Fig. 84, 85 y 86 pág. 269. Fig. 87 y 88 pág. 270. Fig. 89 pág. 271.

Lám. 17. Fig. 90 pág. 271. Fig. 91, 92, 93 y 94 p. 273. Fig. 95, 96, 97 y 98 pág. 274. Fig. 99 pág. 275. Fig. 100 pág. 276. Fig. 101 y 102 pág. 277. Fig. 103 pág. 278. Fig. 104 y 105 pág. 279.

Lám. 18. Fig. 106 pág. 281. Fig. 107 pág. 282. Fig. 108 pág. 285, 286 y 338. Fig. 109 pág. 287. Fig. 110 y 111 pág. 289 y siguientes. Fig. 112 pág. 293.

Lám. 19. Fig. 113 pág. 294 y siguientes. Fig. 114 p. 297. Fig. 115 pág. 299. Fig. 116 pág. 301.

Lám. 20. Fig. 117 pág. 302. Fig. 118 pág. 325. Fig. 119 pág. 339. Fig. 120 pág. 338 y 341. Fig. 121 pág. 361. Fig. 122 pág. 376.

Lám. 21. Fig. 123 pág. 377. Fig. 124, 125 y 126 p. 378. Fig. 127, 128 y 129 pág. 379. Fig. 130 pág. 381. Fig. 131 pág. 383. Fig. 132 y 133 p. 384. Fig. 134 p. 385.

Lám. 22. Fig. 135 pág. 388. Fig. 136 pág. 391. Fig. 137 pág. 393.

Lamina 1.

Fig. 1

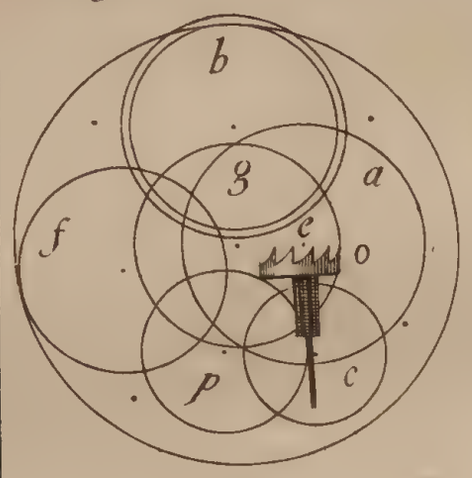


Fig. 2

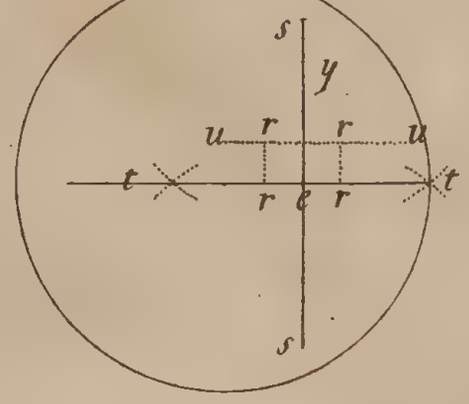


Fig. 4

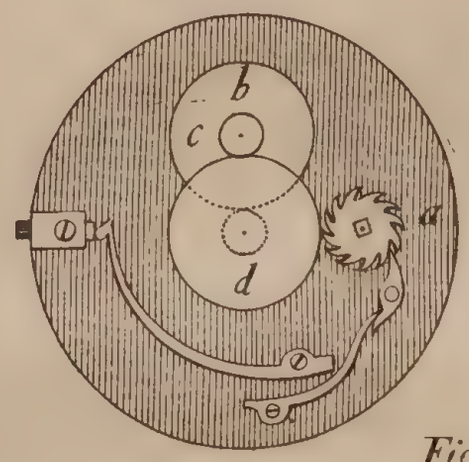


Fig. 6

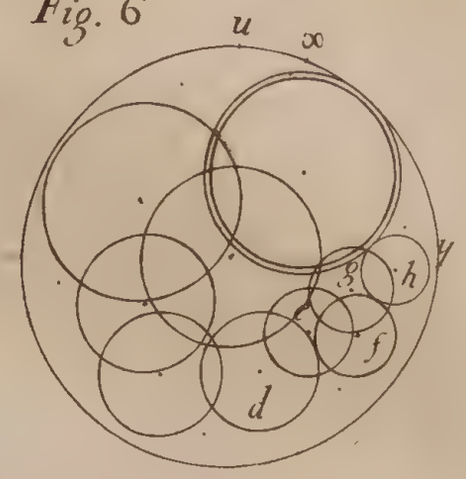


Fig. 12

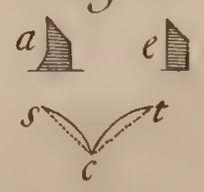


Fig. 3

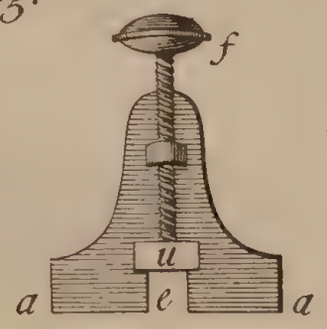


Fig. 5

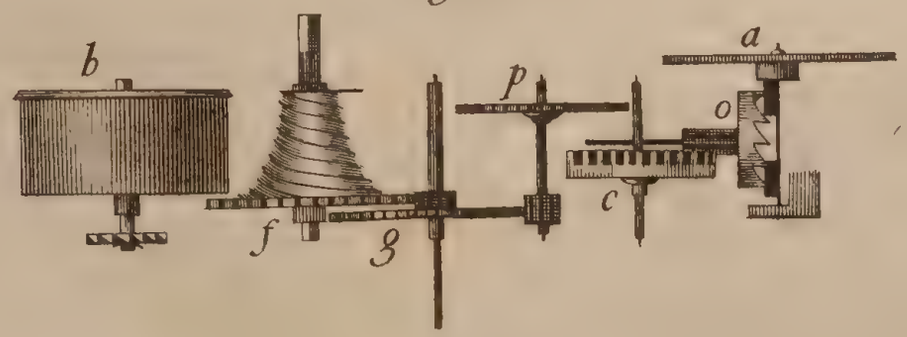


Fig. 7

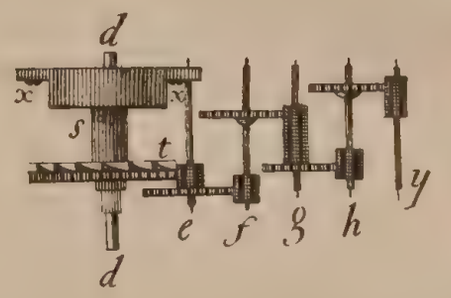


Fig. 11

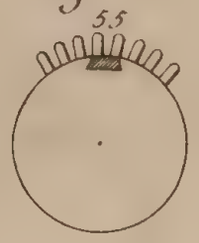


Fig. 9

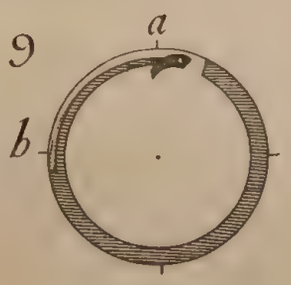


Fig. 13

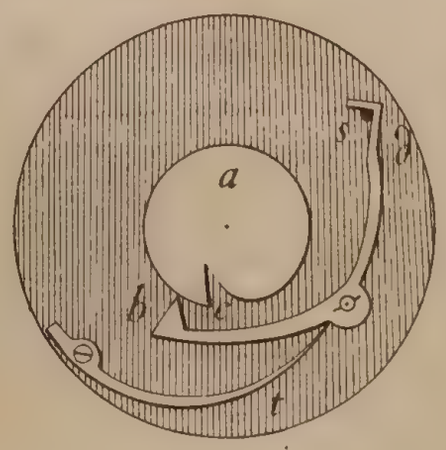


Fig. 14

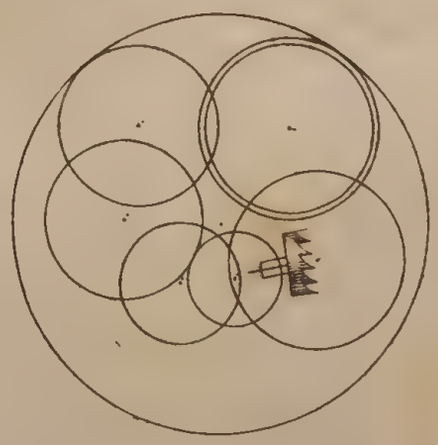


Fig. 10

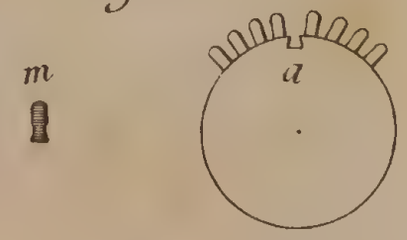
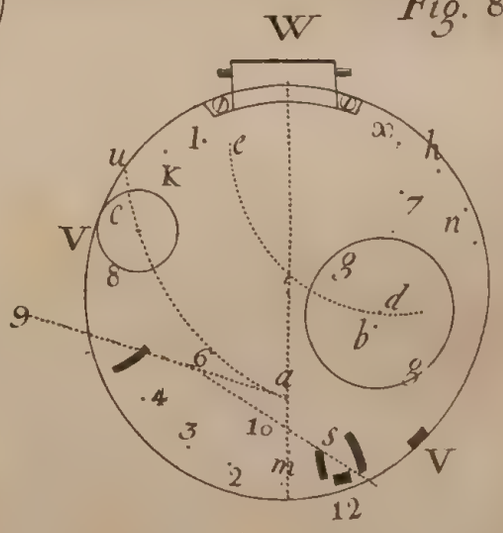


Fig. 8



Zerella del.t

Giraldo sc.t

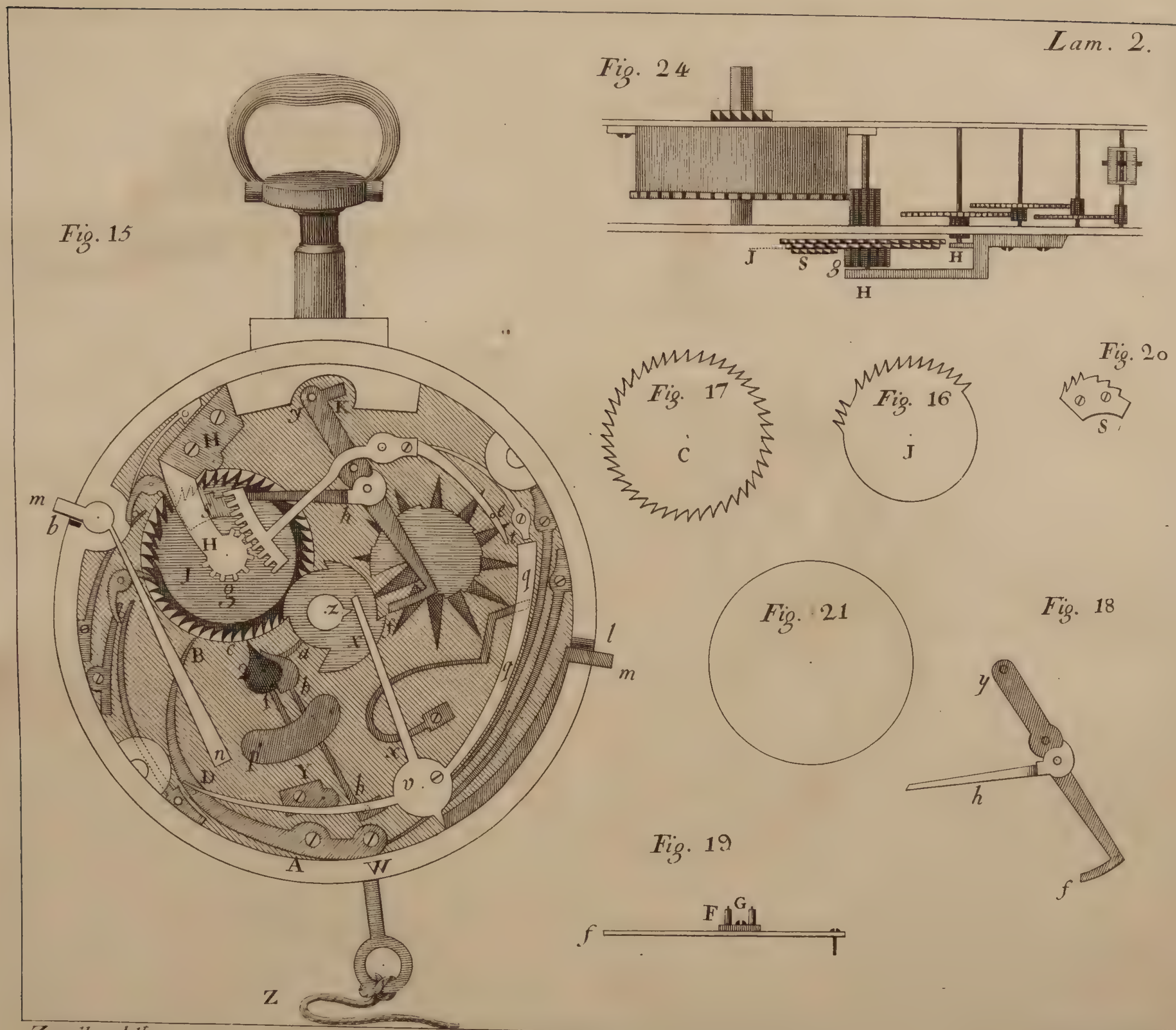

Lam. 2.
Fig. 15
Fig. 24
Fig. 17
Fig. 16
Fig. 20
Fig. 21
Fig. 18
Fig. 19
Zerella del.t
Giraldo sc.t

Fig. 22

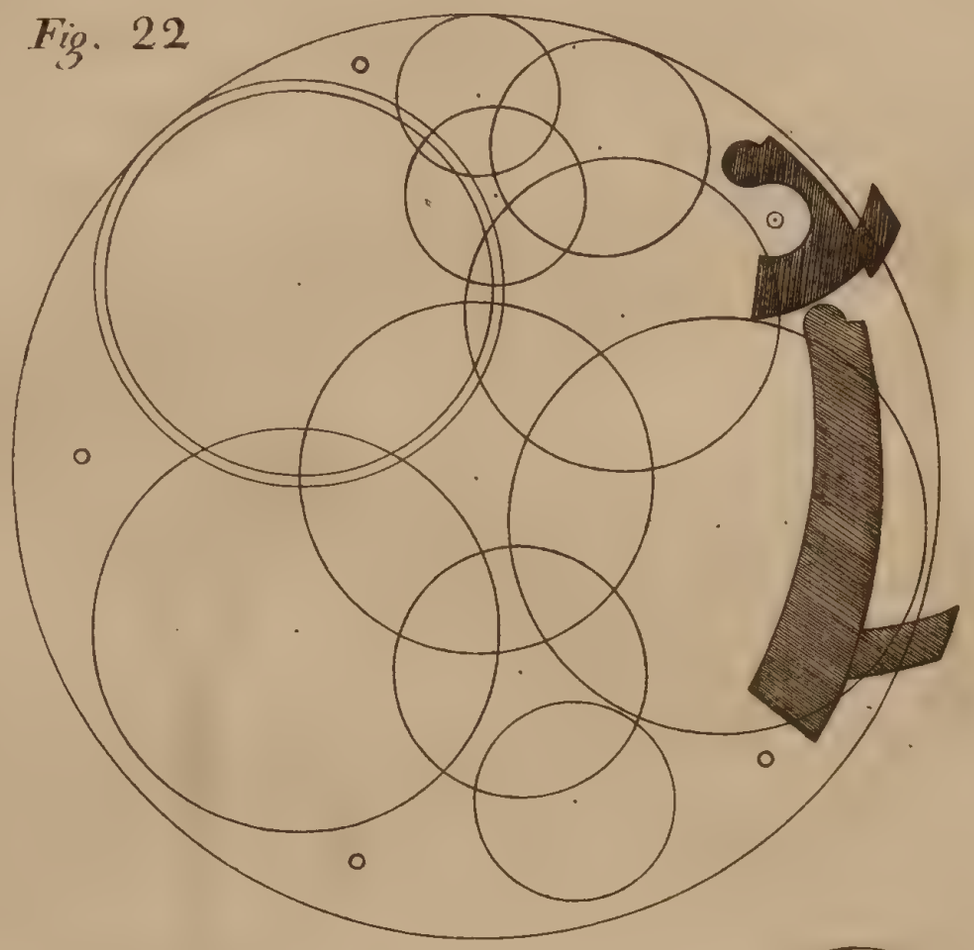


Fig. 23

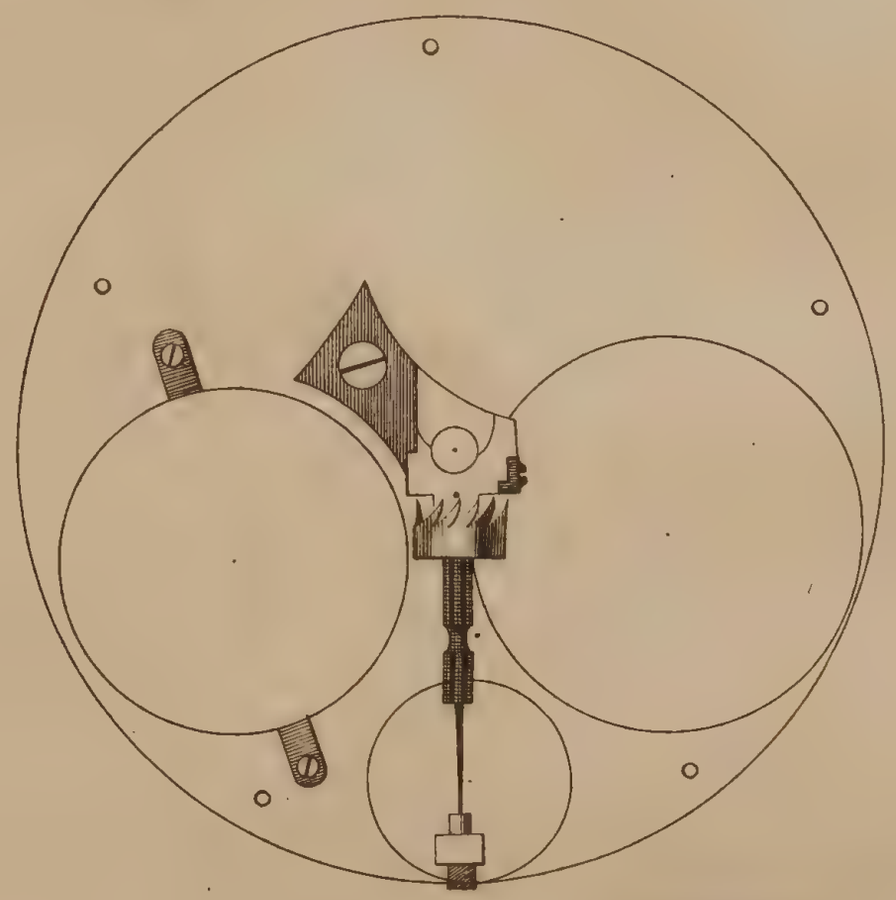
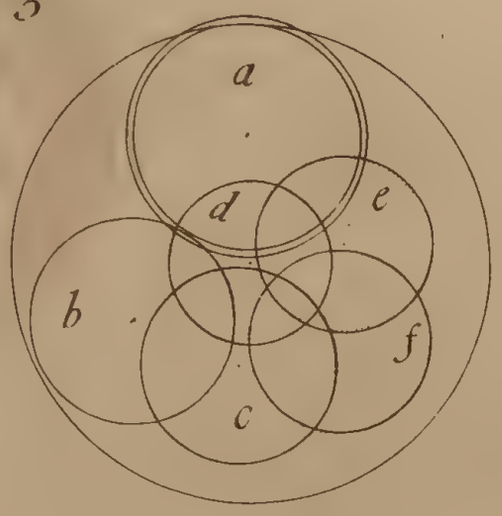


Fig. 27



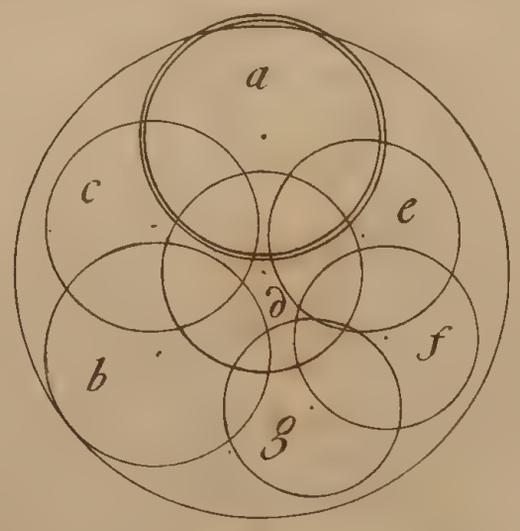
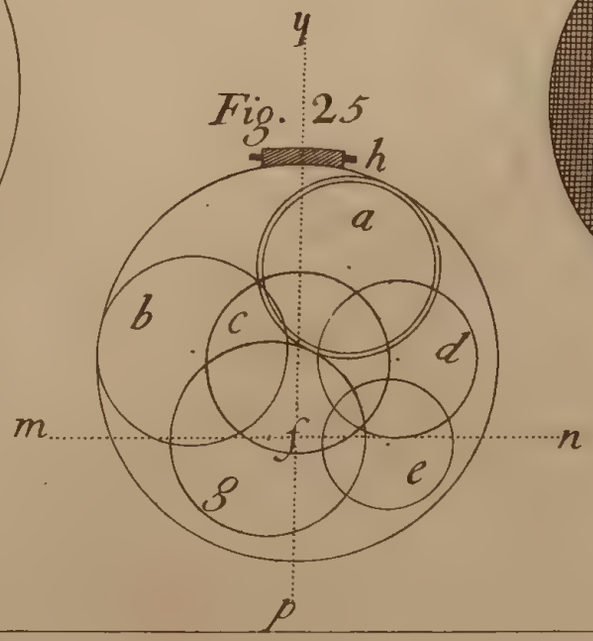


Fig. 28

Fig. 25



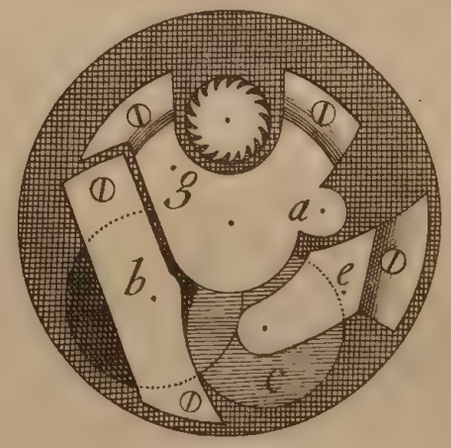


Fig. 26

Zerelia del.t

Giraldo sc.t

Tom. 4.

Fig. 29.

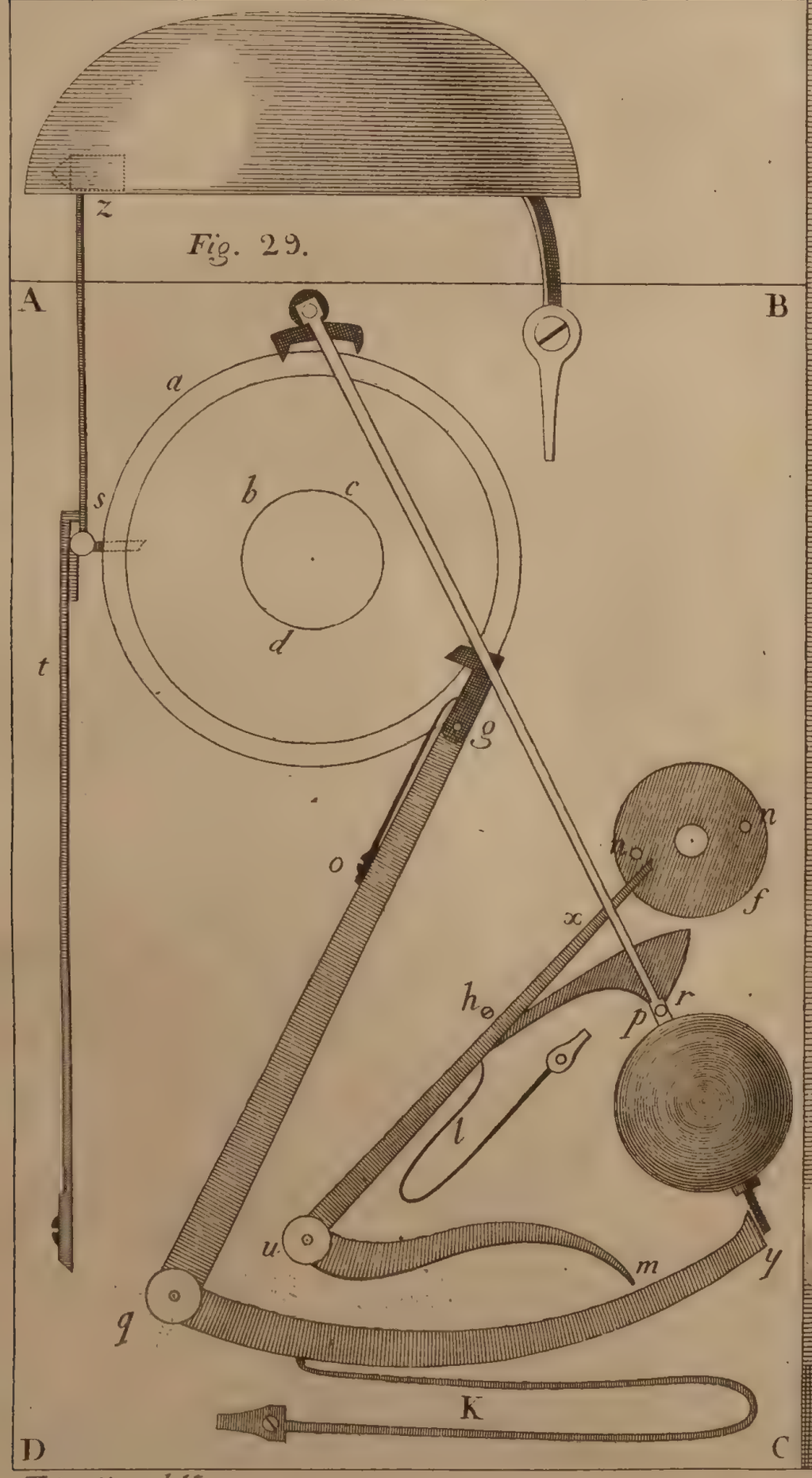
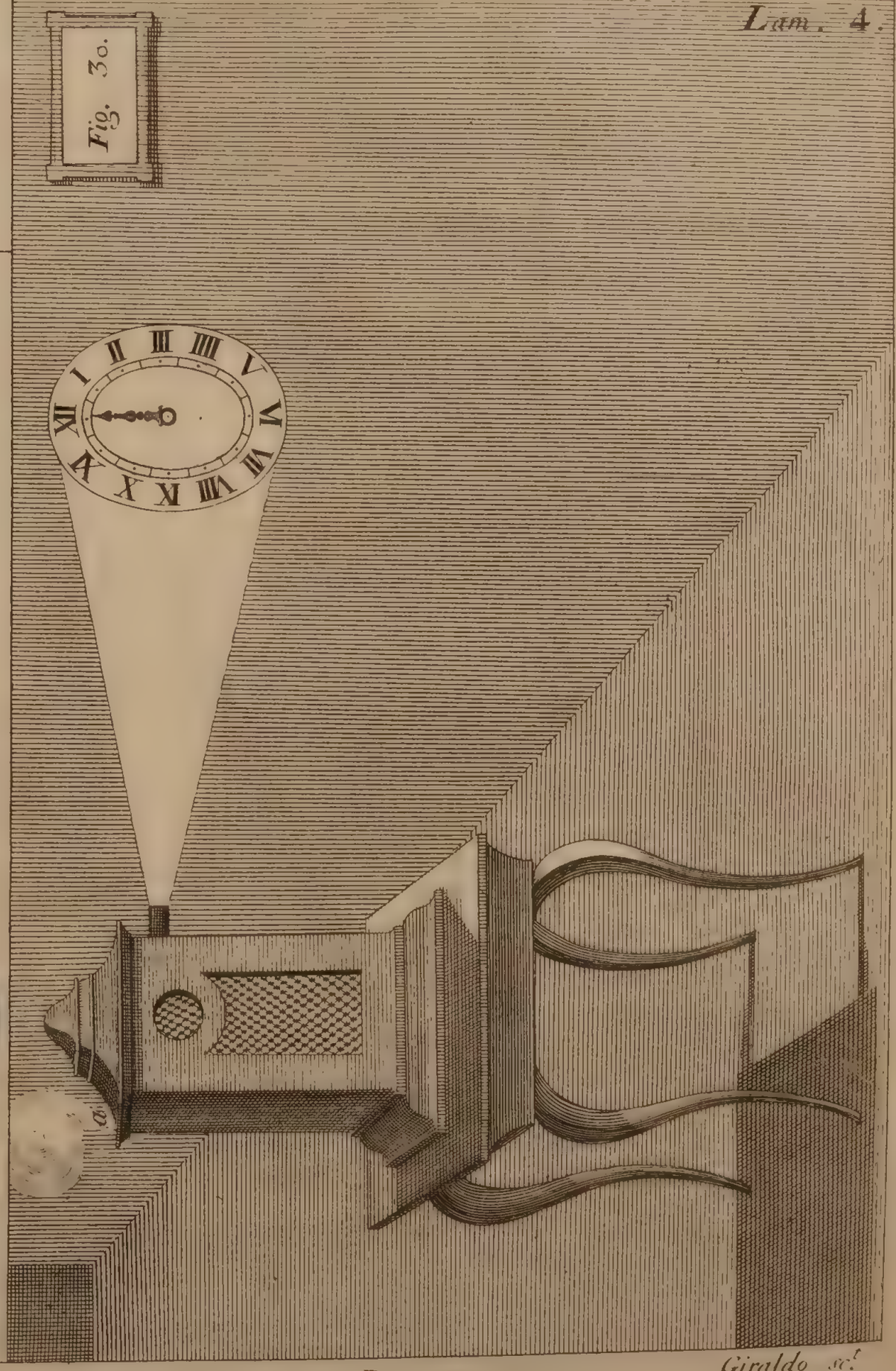


Fig. 30.



Zierella del.t

Giraldo sc.t

Fig. 31

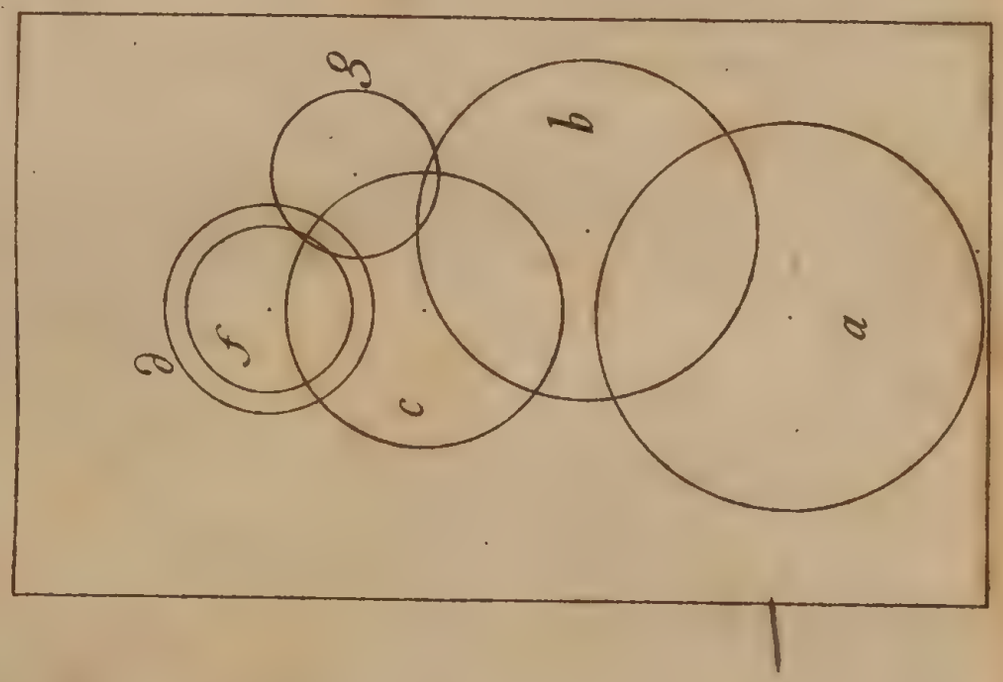


Fig. 32

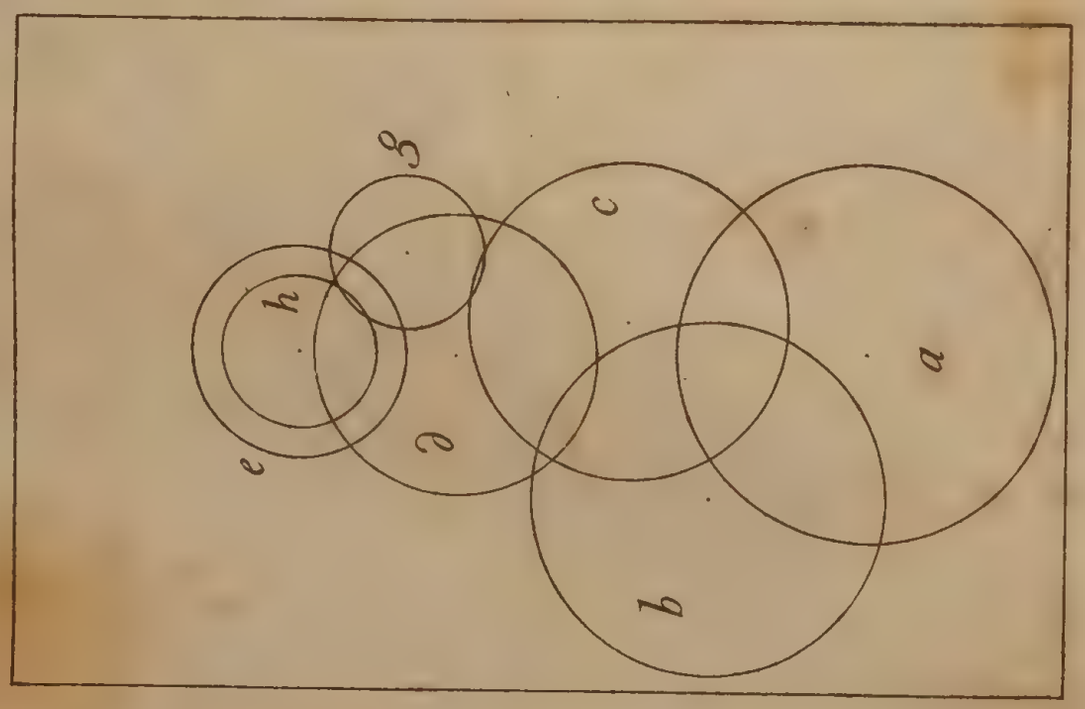
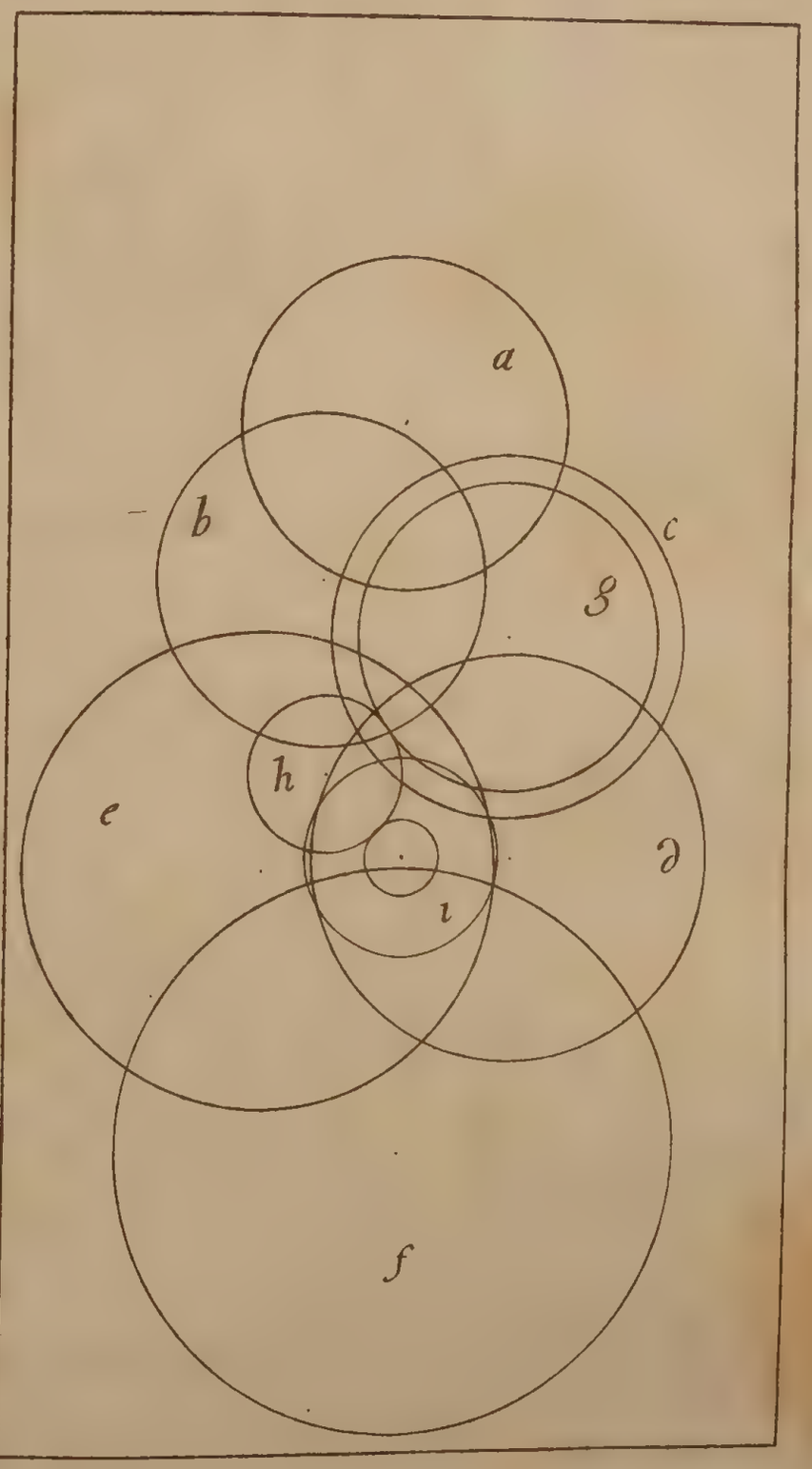


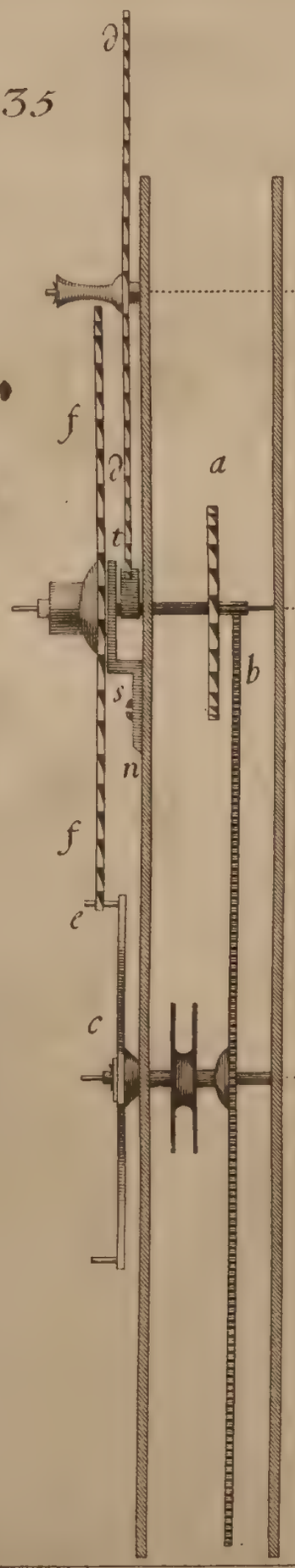
Fig. 33



Zerella del.t

Giraldo sc.t

Fig. 35



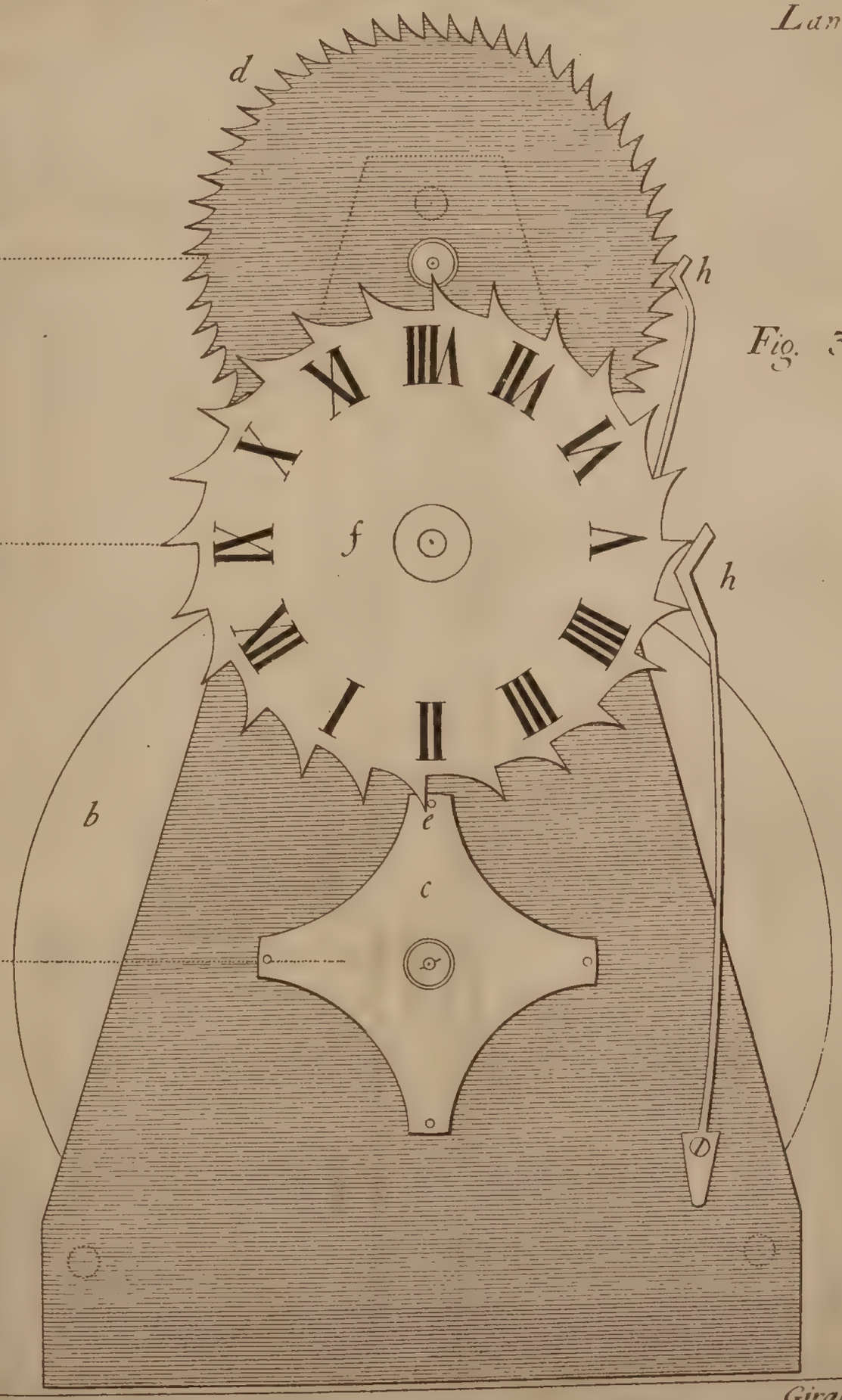


Fig. 34

Zerella del.t

Giraldo. sc.t

Fig. 36

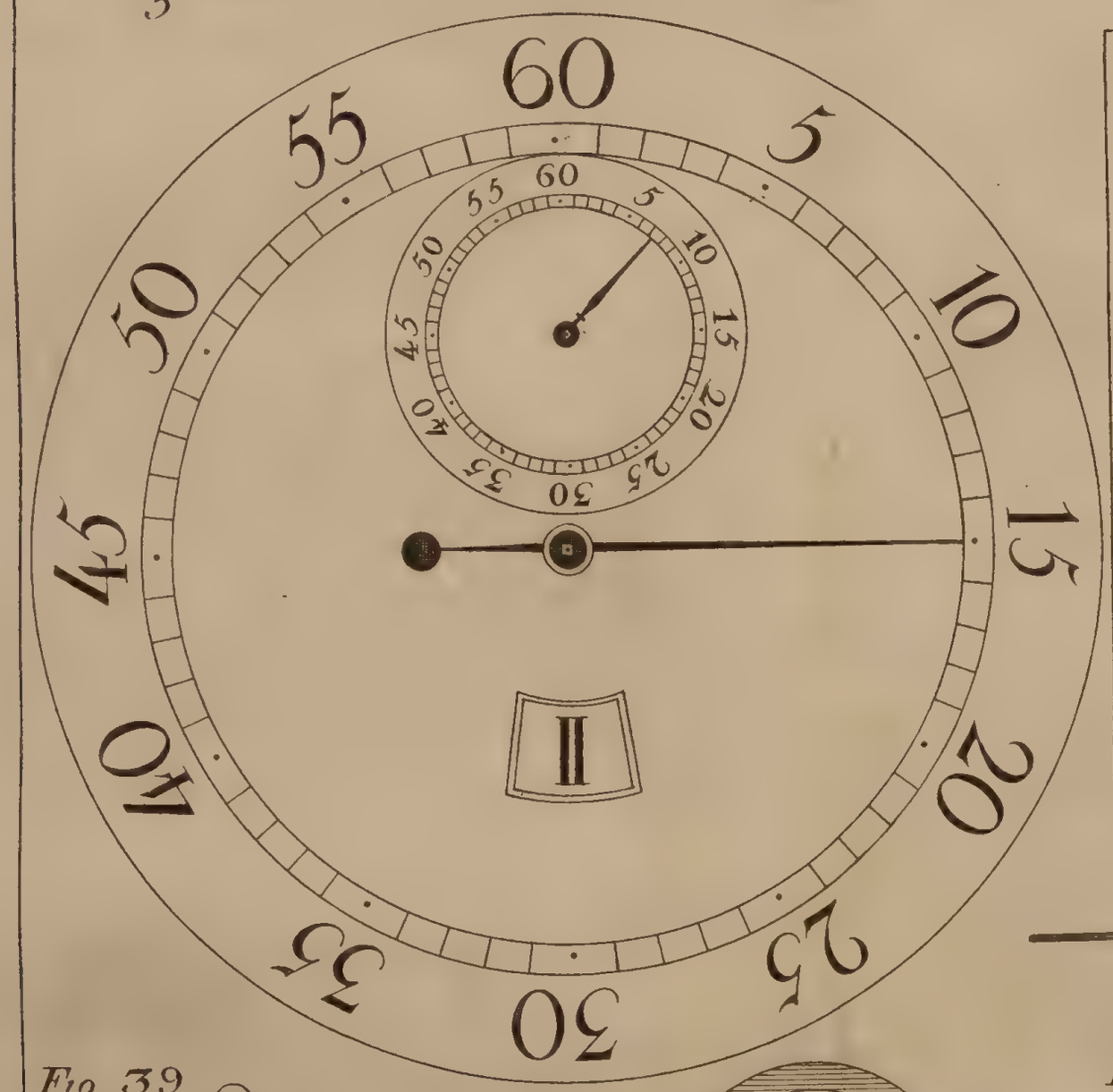


Fig. 37

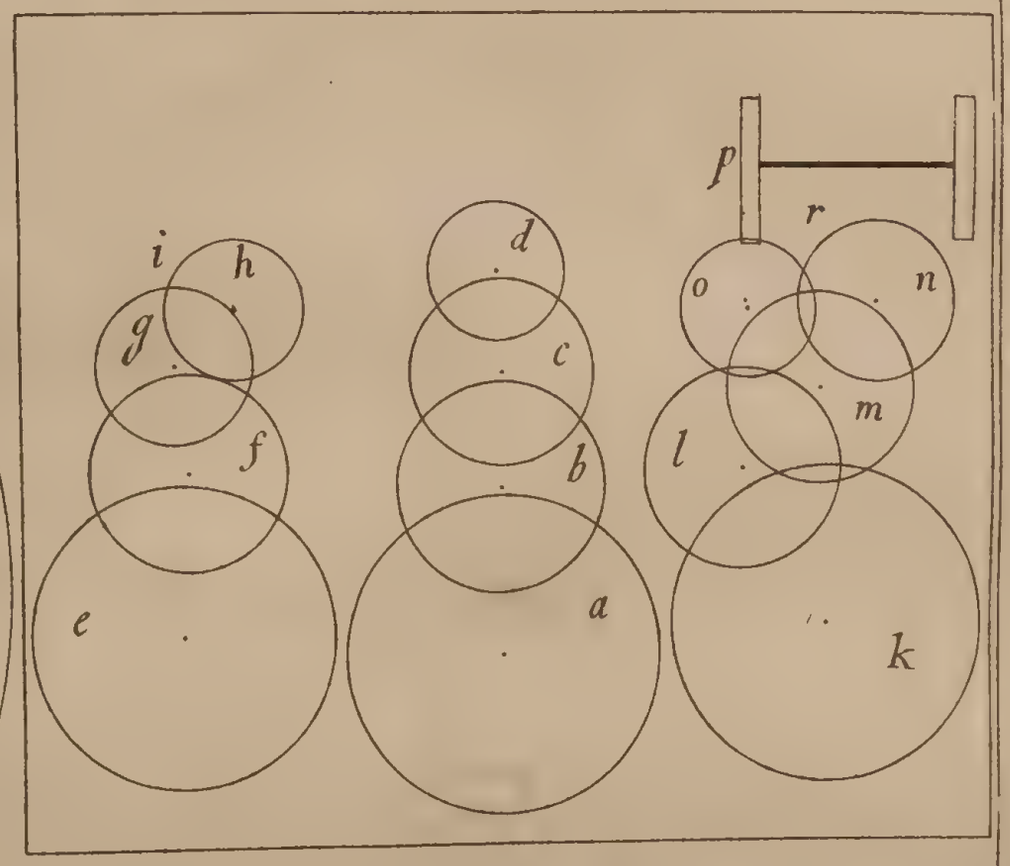


Fig. 42

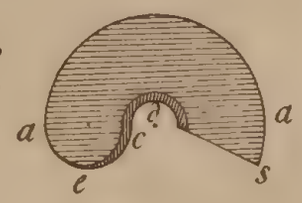


Fig. 43

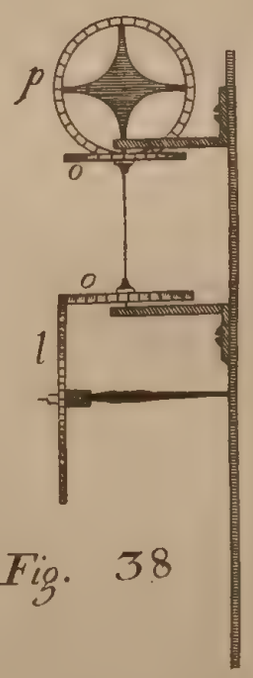


Fig. 38

Fig 39

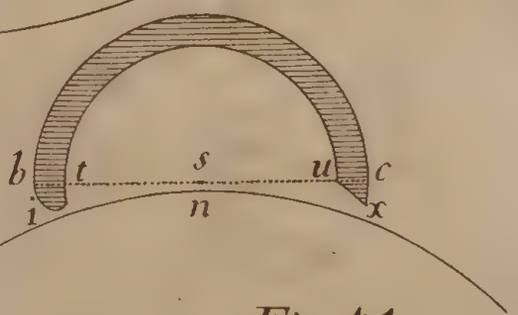


Fig. 41

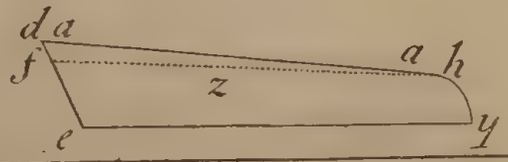


Fig. 40

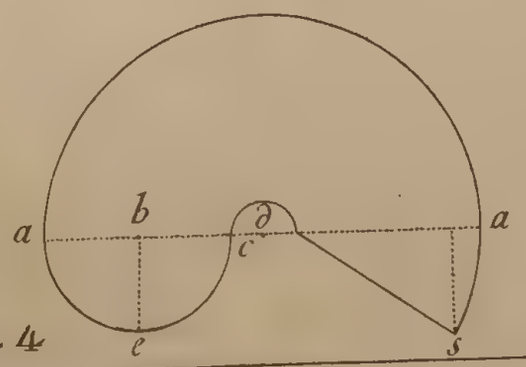


Fig. 44

Zerella dd.t

Giraldo sc.t

Fig. 45

Fig. 46

Fig. 48

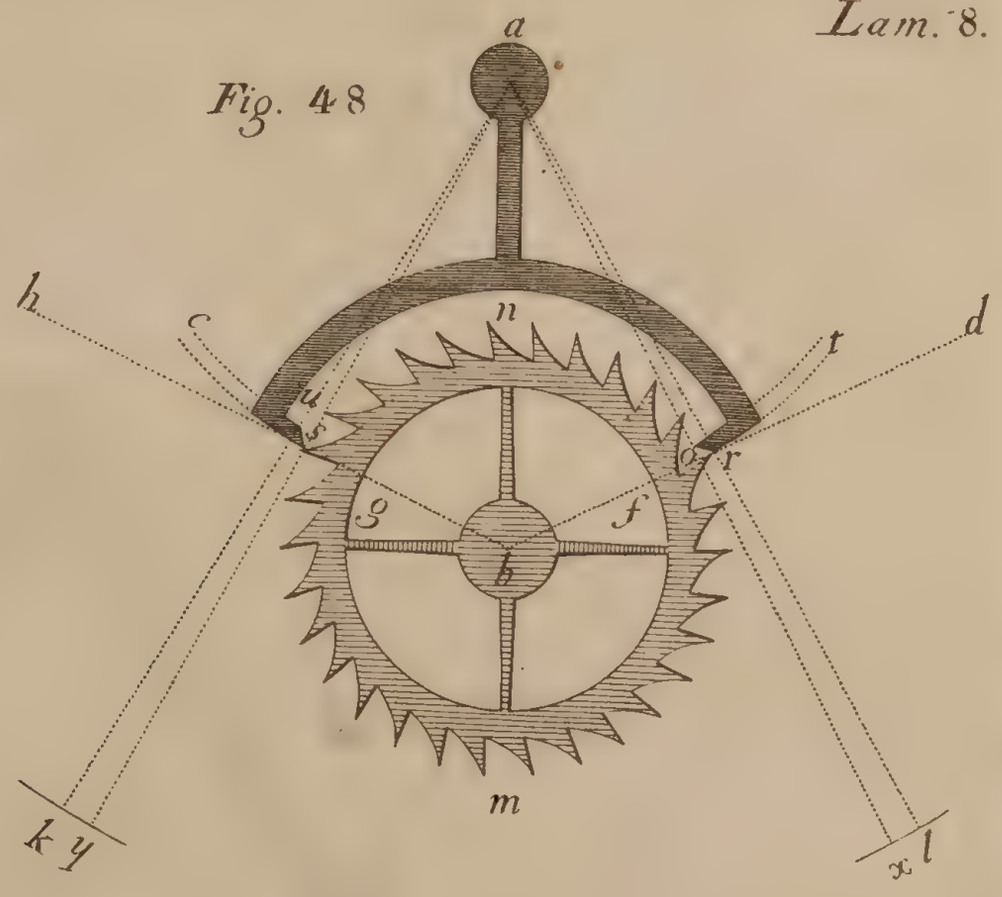


Fig. 49

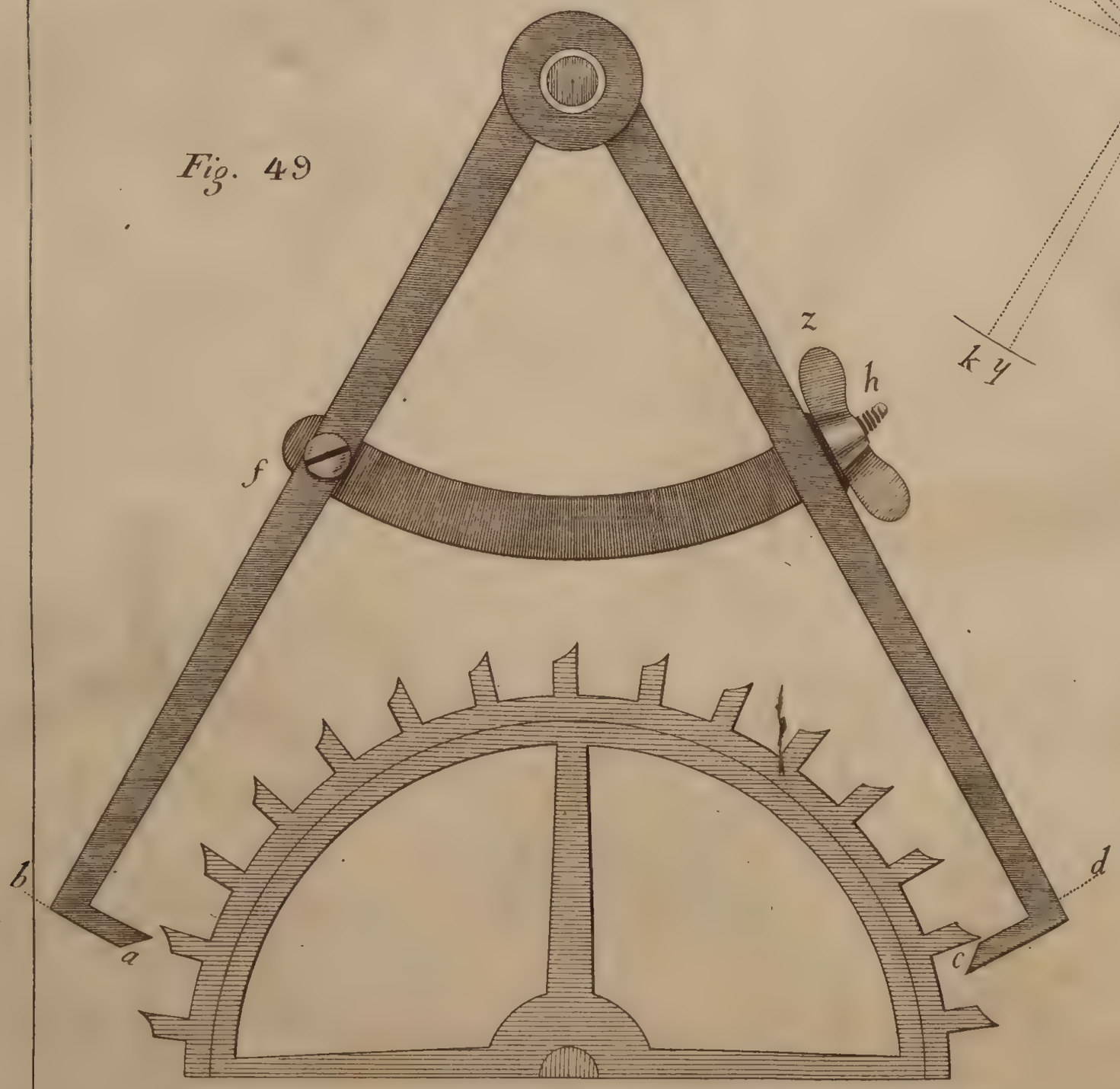
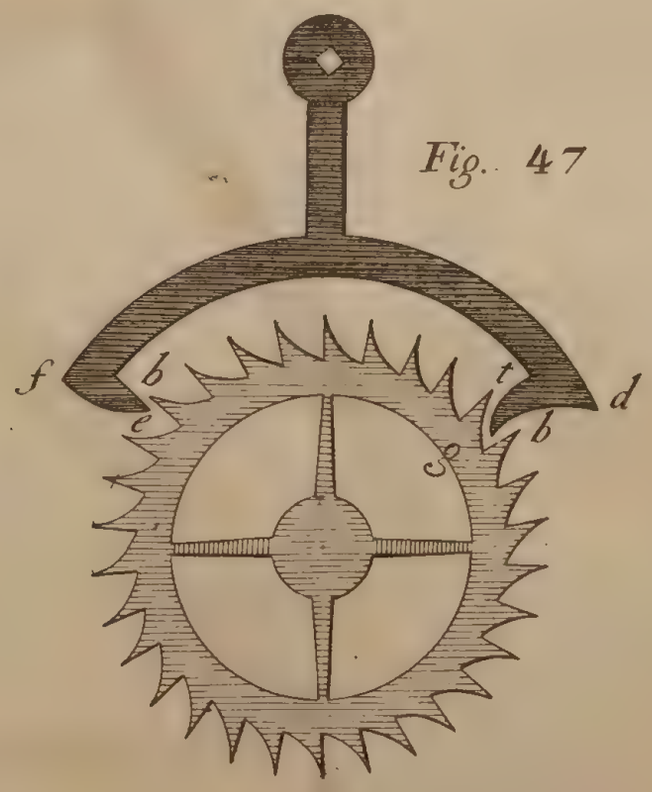


Fig. 47



Zerella del.ᵗ

Giraldo sc.ᵗ

Fig. 50

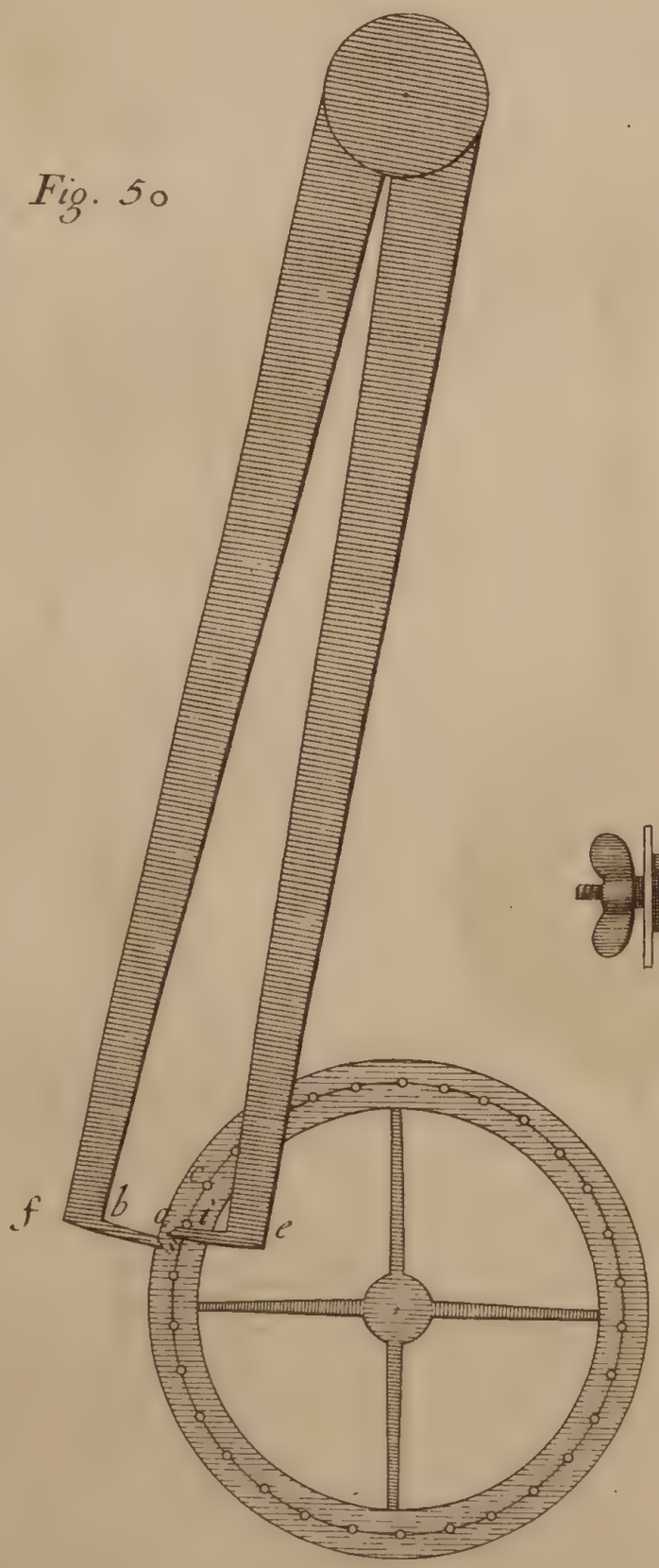


Fig. 51

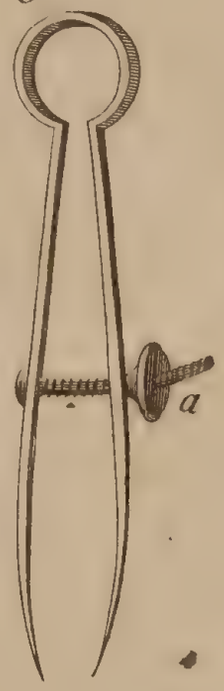


Fig. 55

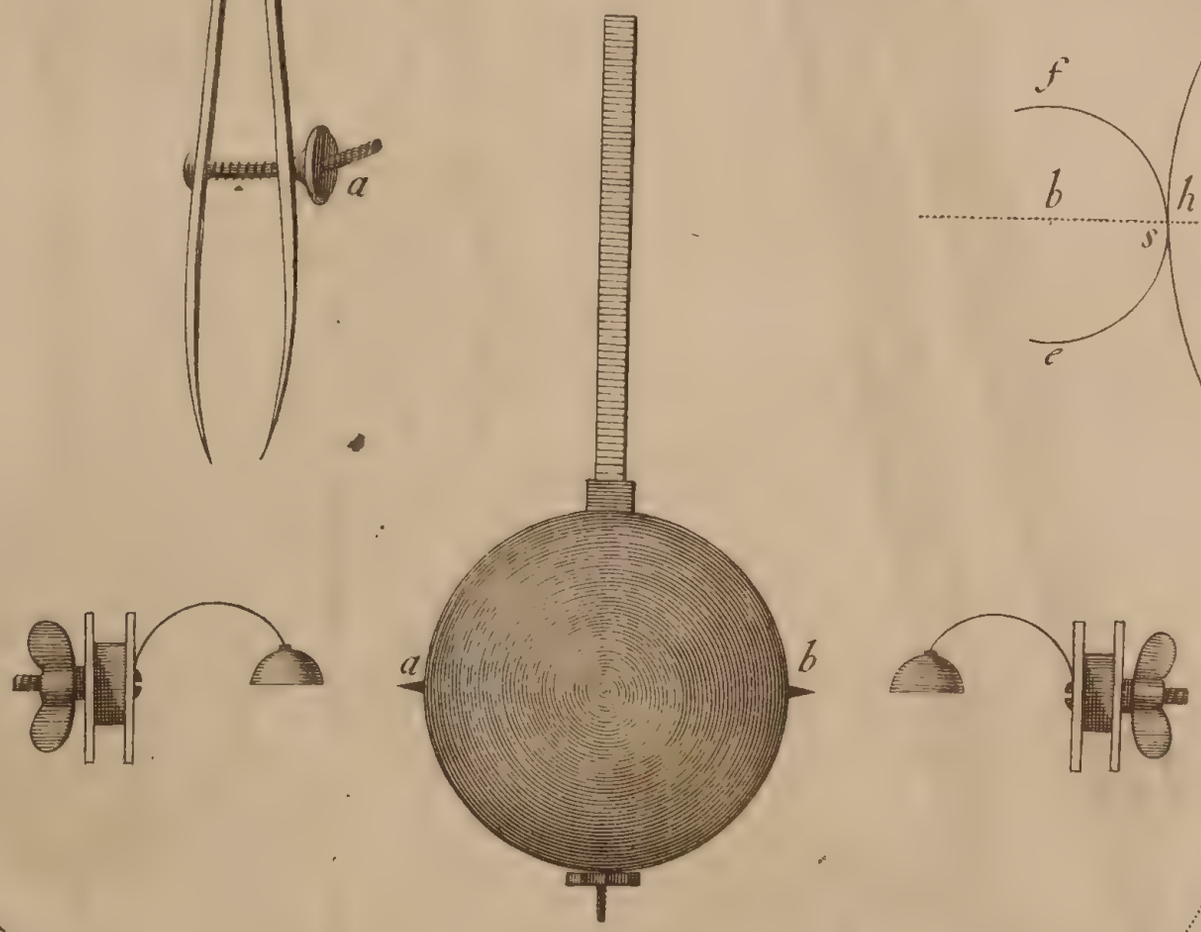
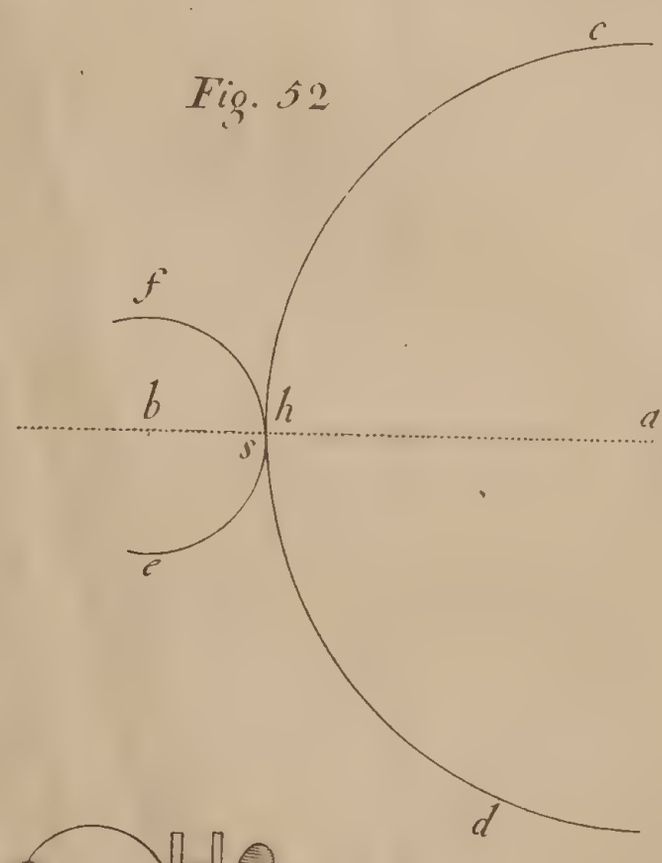


Fig. 52



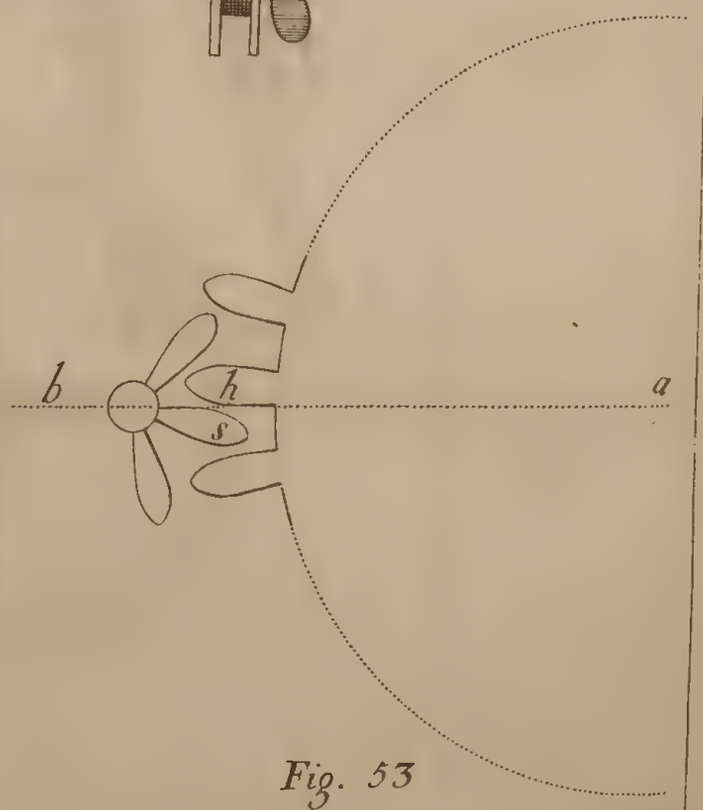


Fig. 53

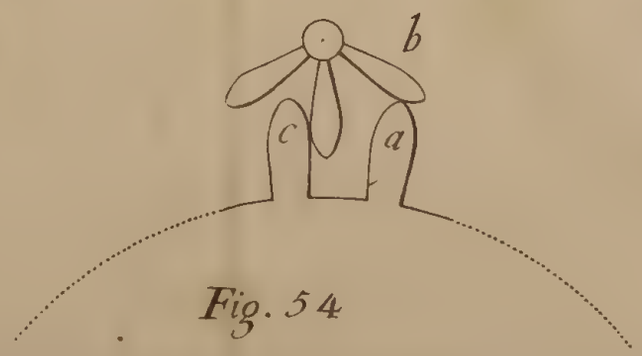


Fig. 54

Zerolla dd.t

Giraldo. sc.t

Lam. 1o.

Fig. 56

Zerella del.t

Giraldo sc.t

Fig. 57.

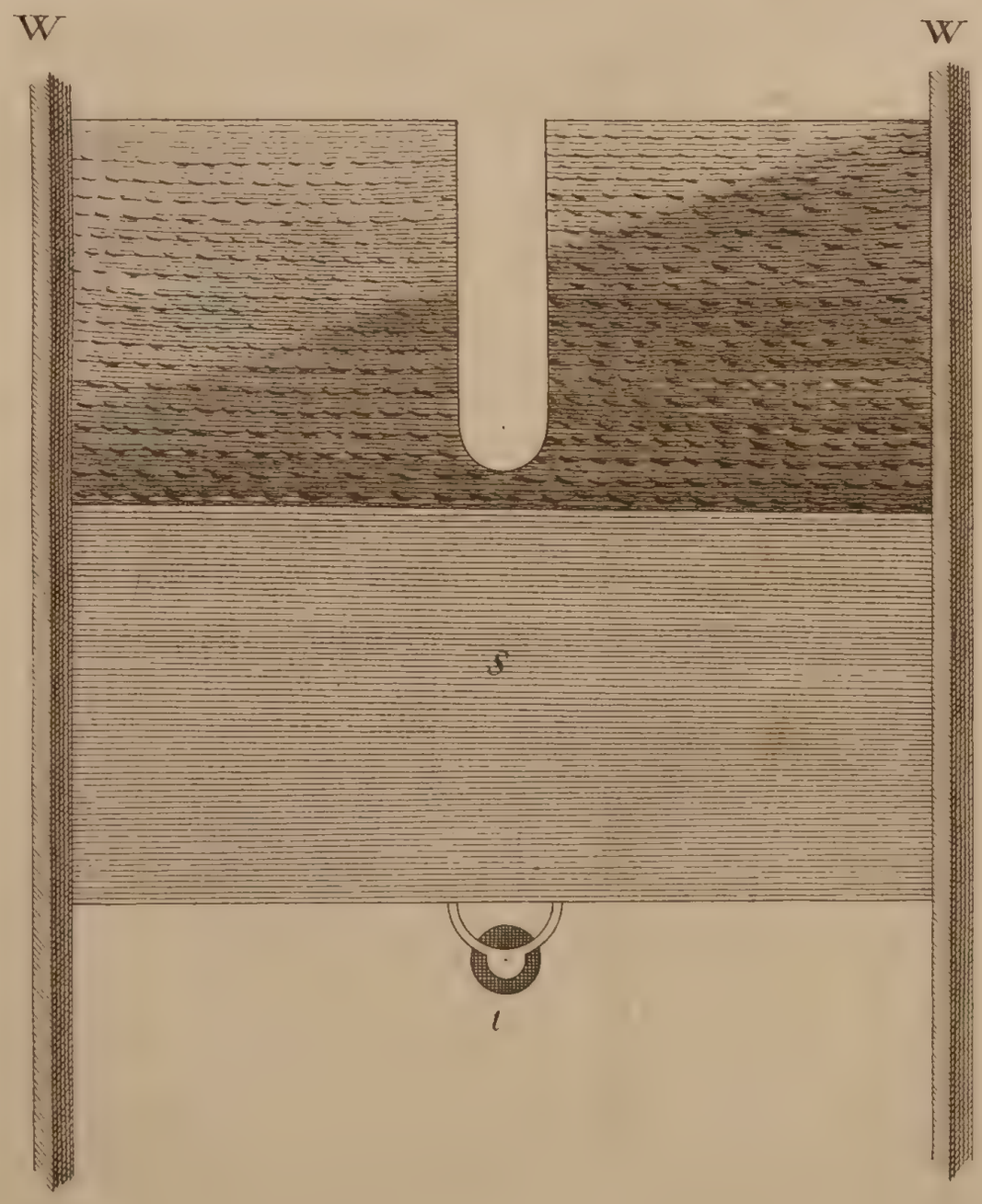


Fig. 60.

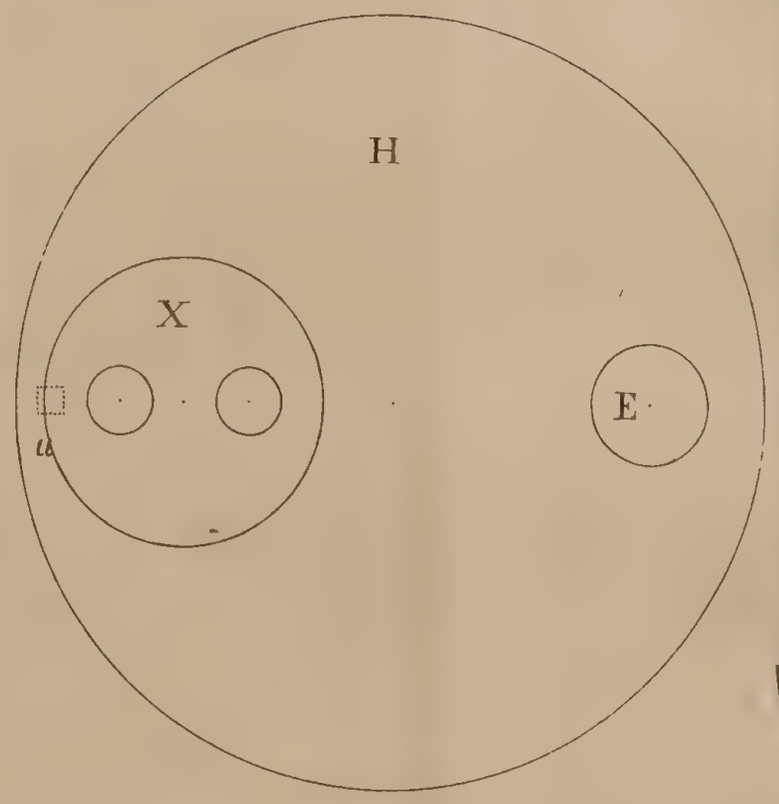


Fig. 61.

Zerella del.ᵗ

Giraldo sc.ᵗ

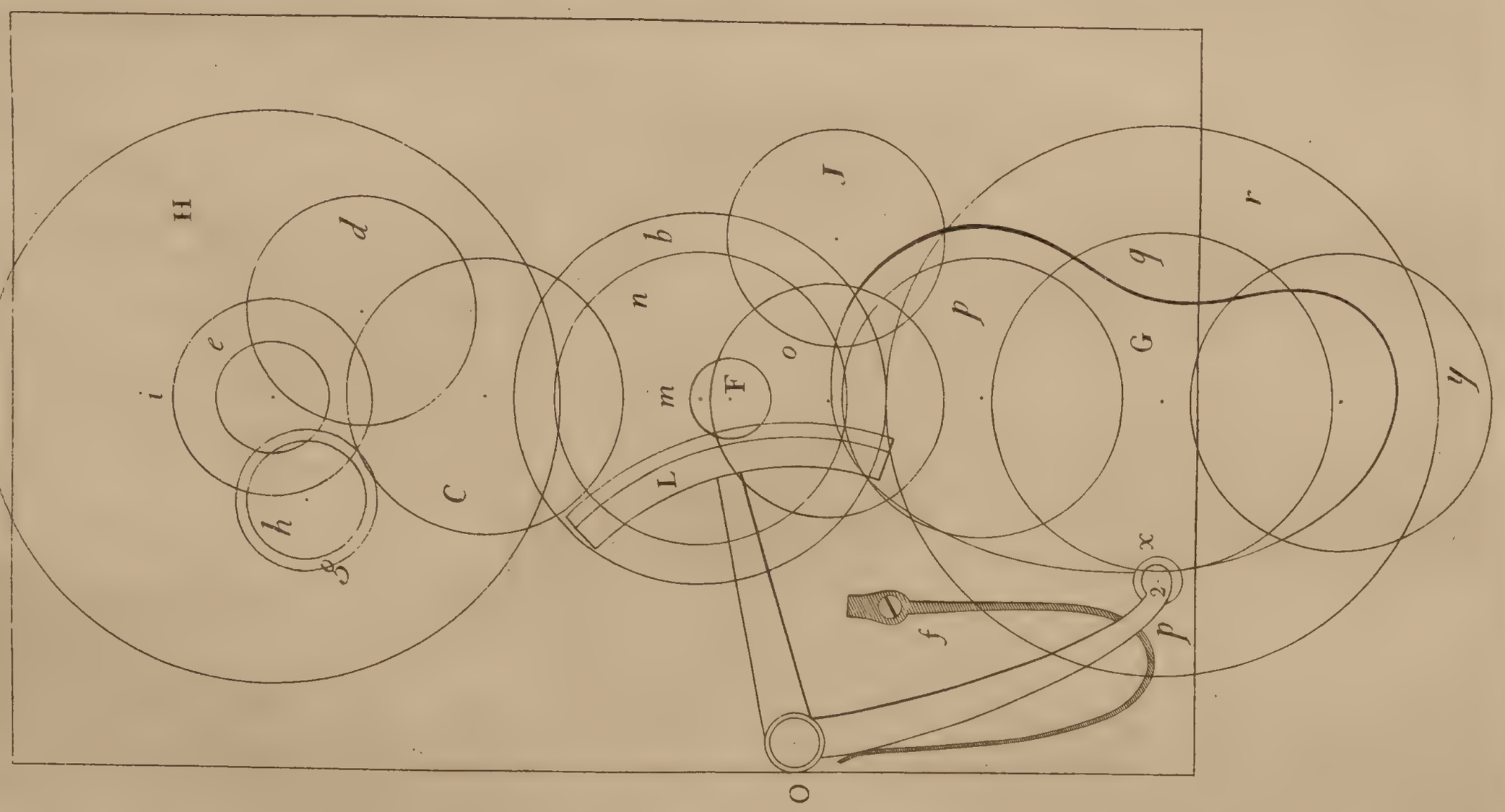


Fig. 58

Zarelli del.t

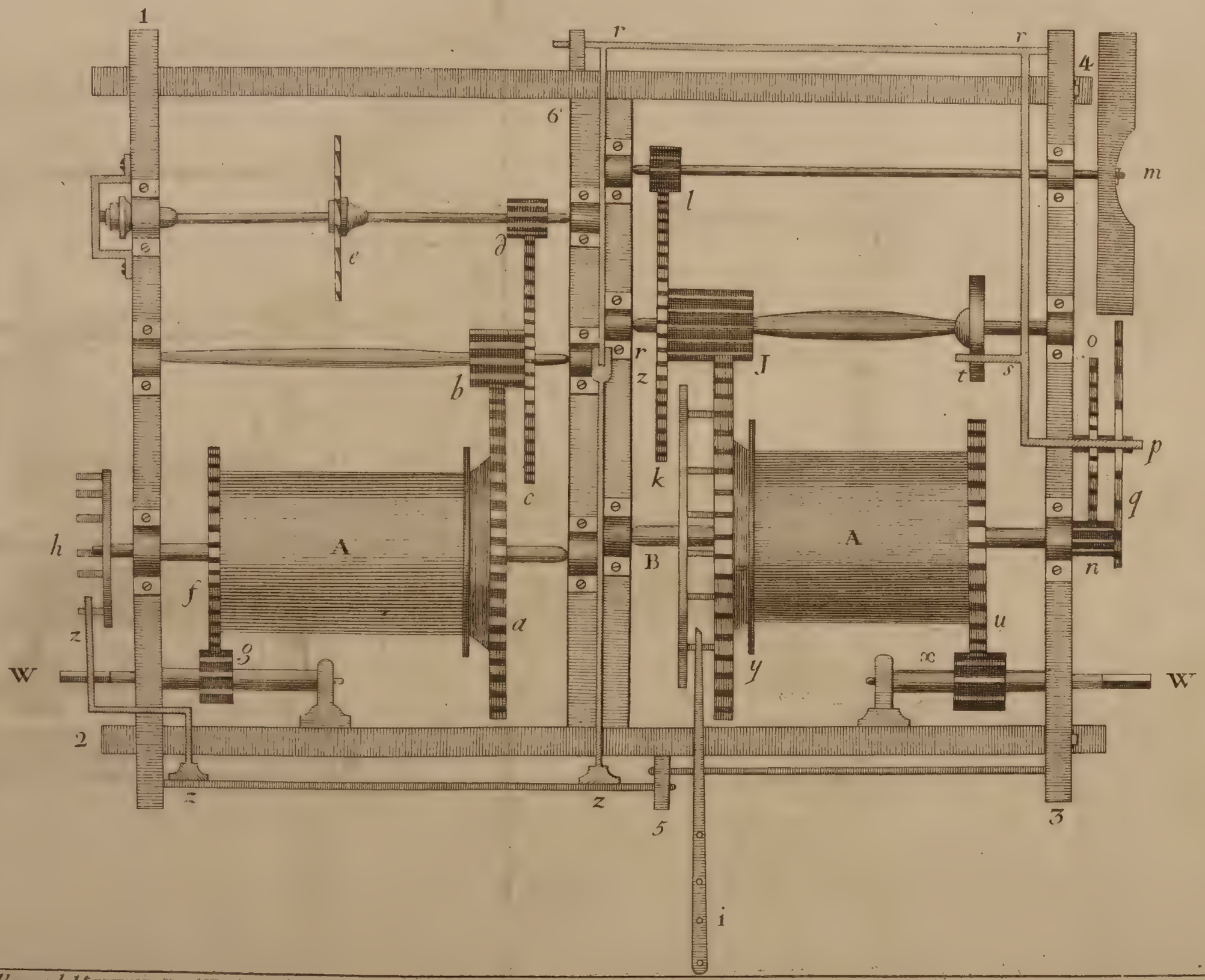
Giraldo sc.t

Fig. 59.

Zerella del.t

Giraldo sc.t

Fig. 62.



Zerella del.t

Giraláo sc.t

Lam. 15.

Fig. 63

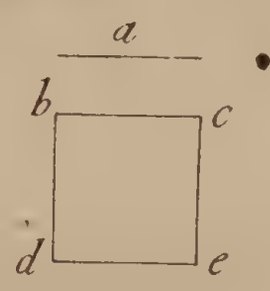


Fig. 64

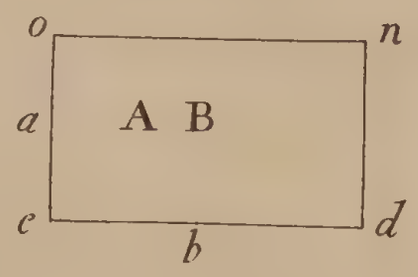


Fig. 65

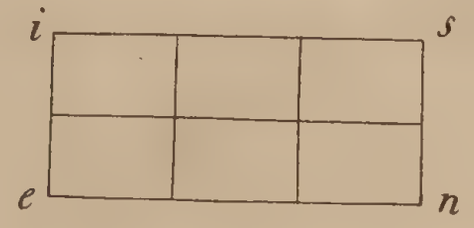


Fig. 66

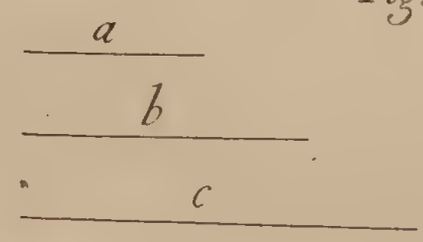


Fig. 67

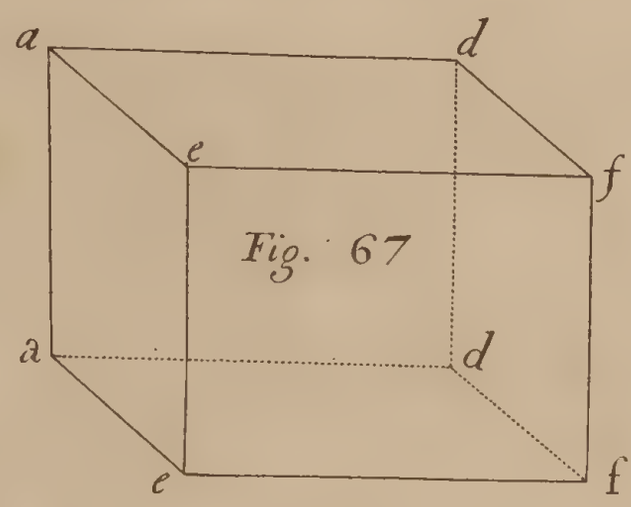


Fig. 68

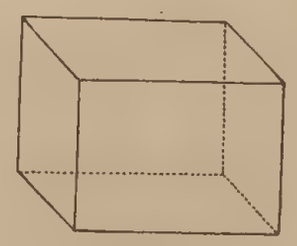


Fig. 69

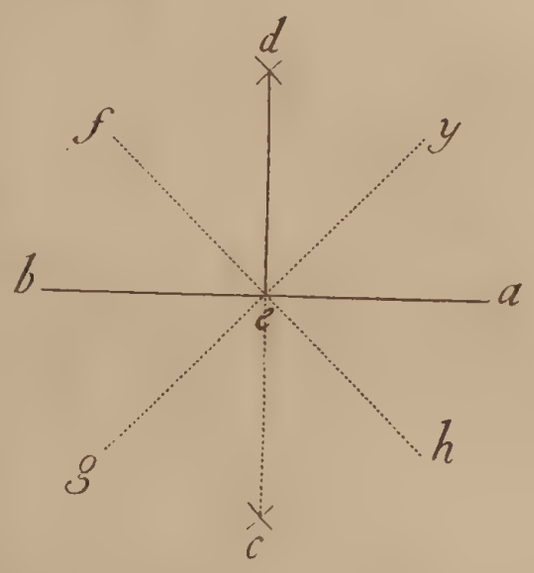


Fig. 70

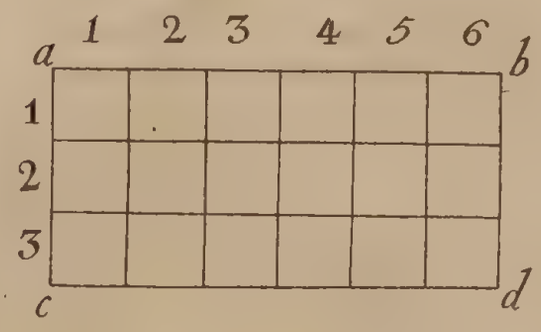


Fig. 71

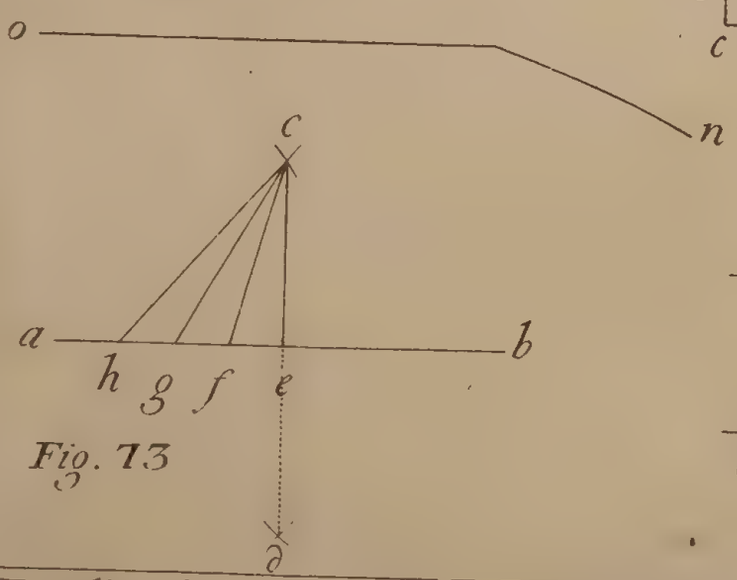


Fig. 72

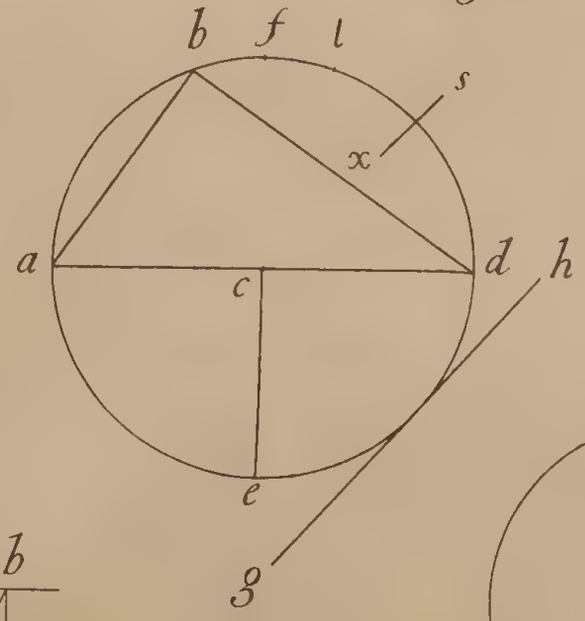


Fig. 73

Fig. 74

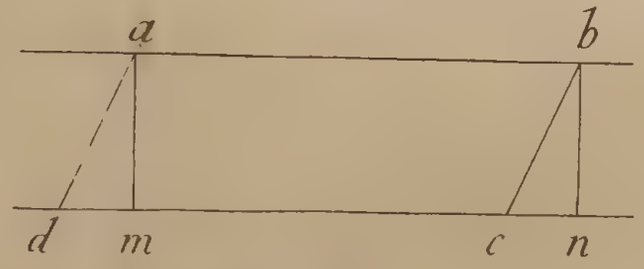
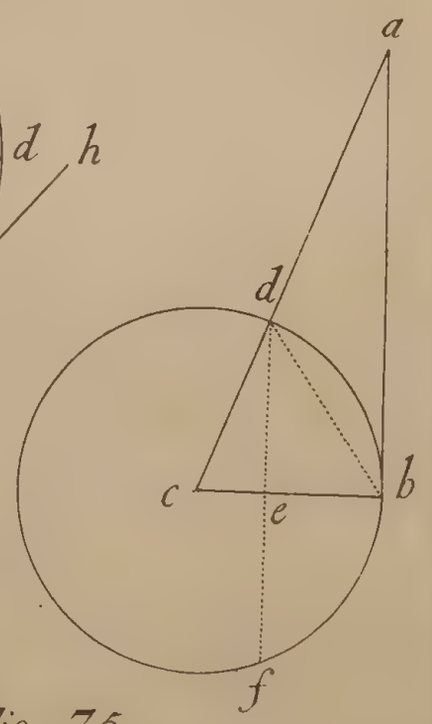


Fig. 75



Zerella del.t

Giraldo sc.t

Lam. 16.

Fig. 76

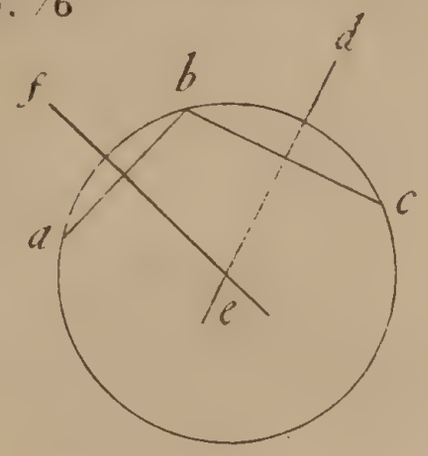


Fig. 77

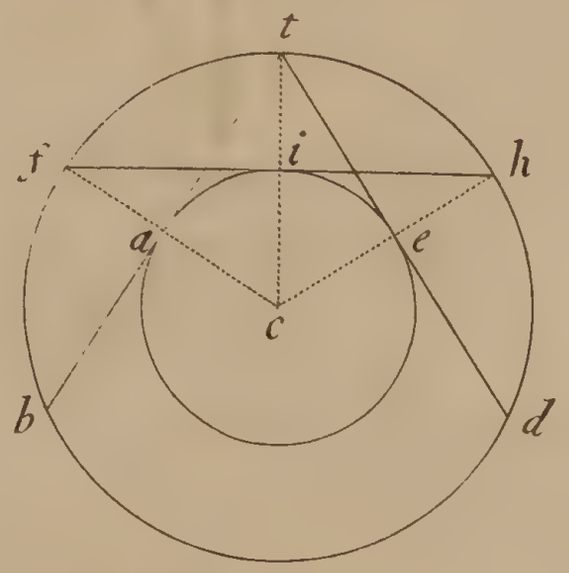


Fig. 78

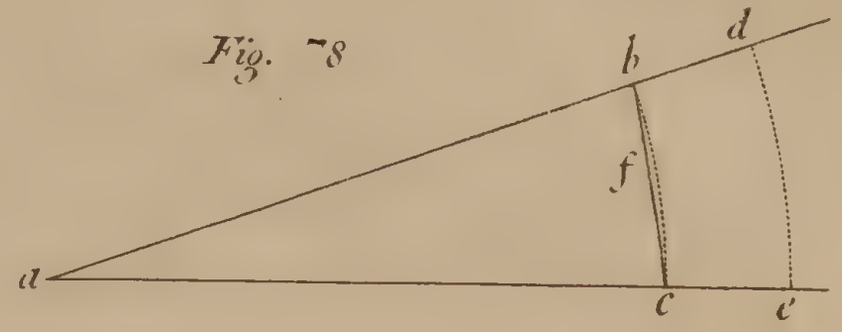


Fig. 80

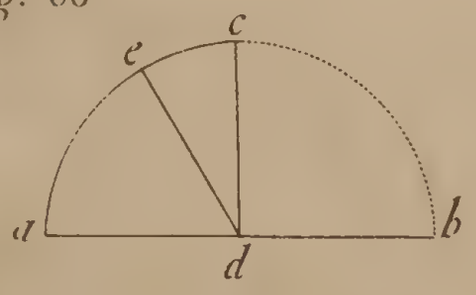


Fig. 81

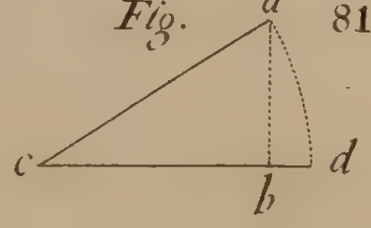


Fig. 82

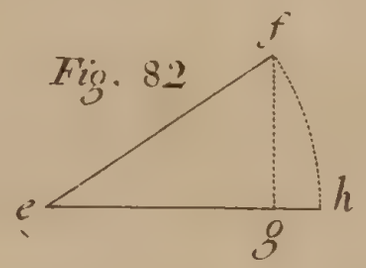


Fig. 79

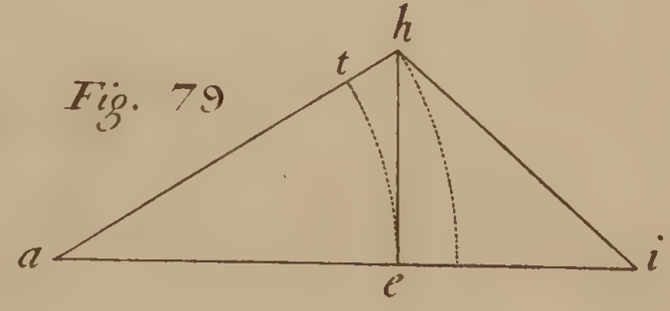


Fig. 83

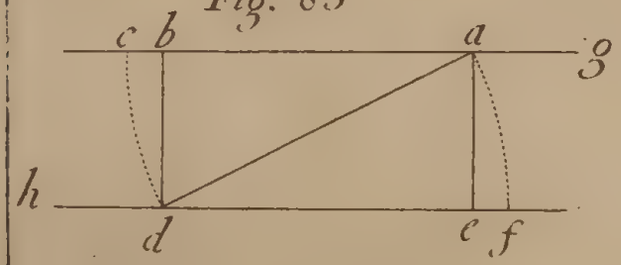


Fig. 84

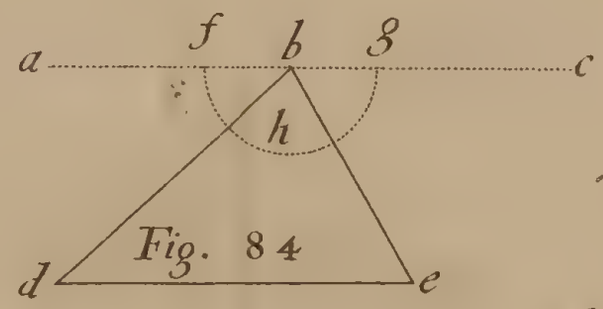


Fig. 85

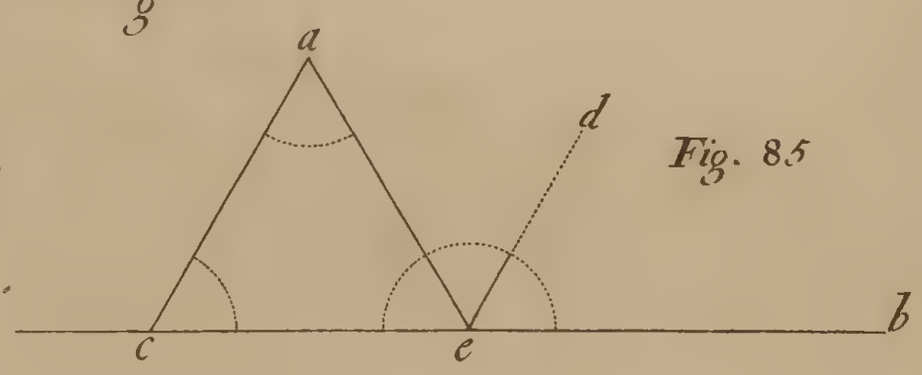


Fig. 86

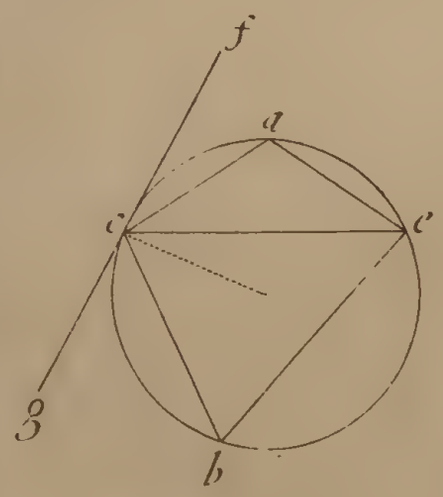


Fig. 87

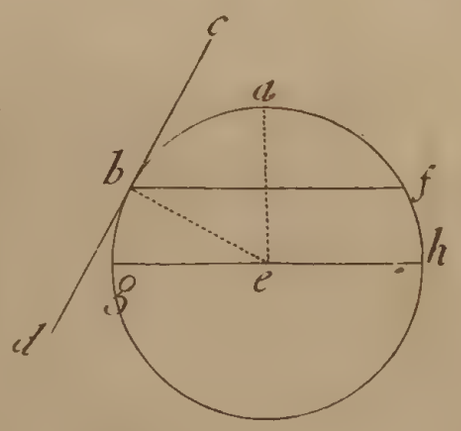


Fig. 88

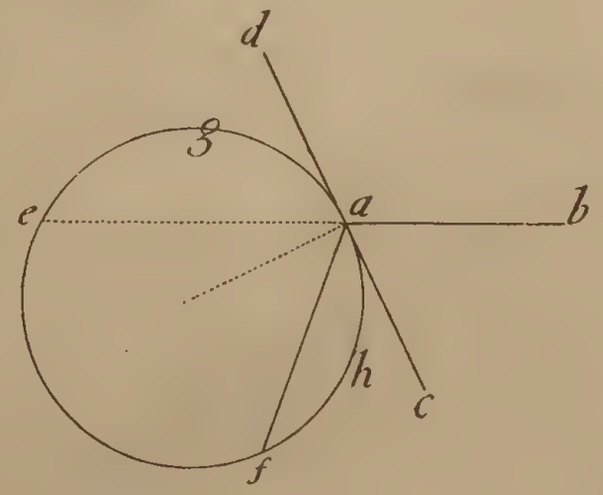
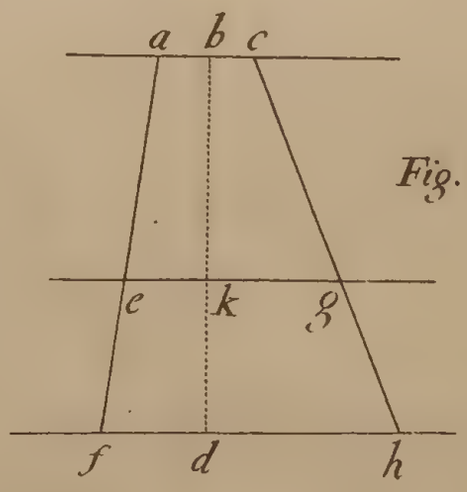


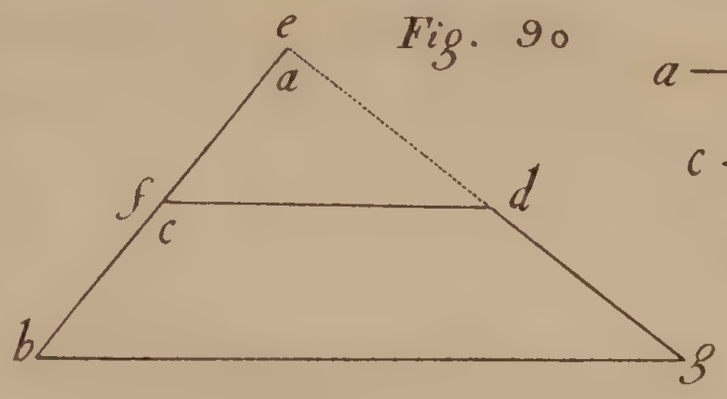
Fig. 89



Zerella delin.t

Giraldo. sc.t

Fig. 90



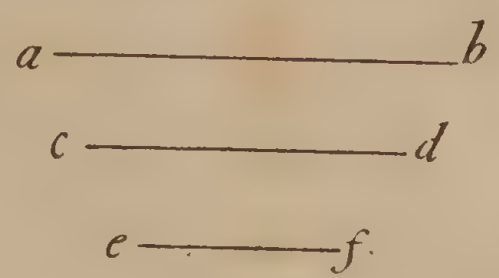


Fig. 91

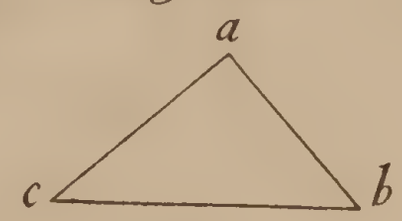


Fig. 92

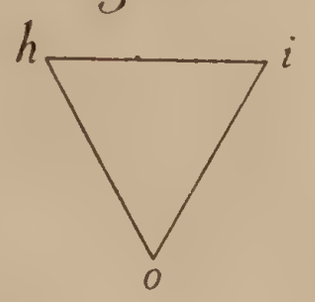


Fig. 93

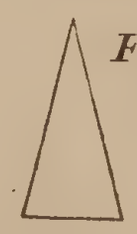


Fig. 94

Fig. 95

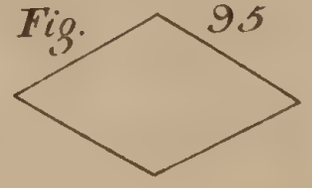


Fig. 96

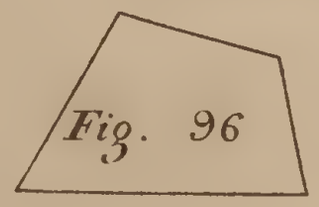


Fig. 97

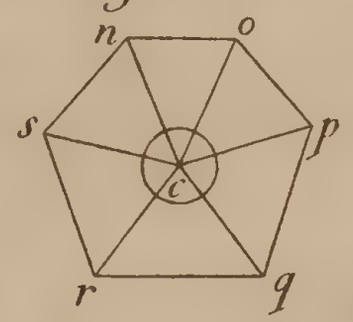


Fig. 98

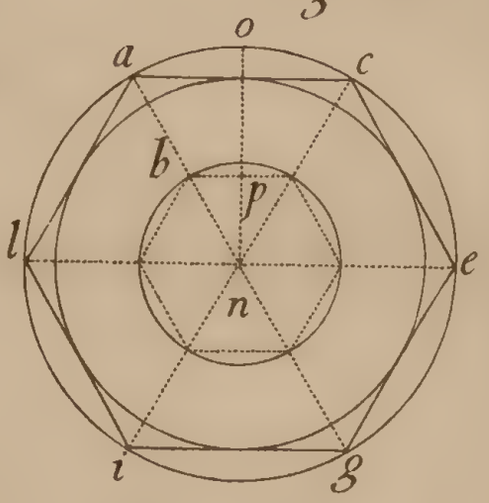


Fig. 99

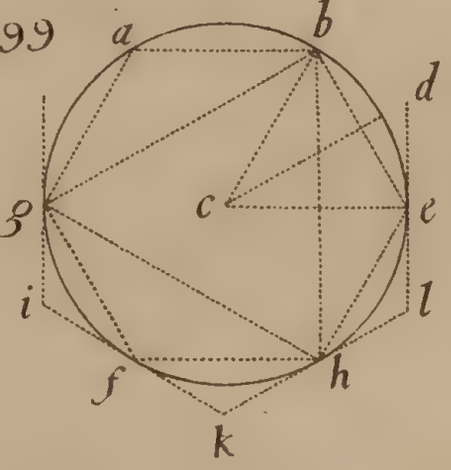


Fig. 100

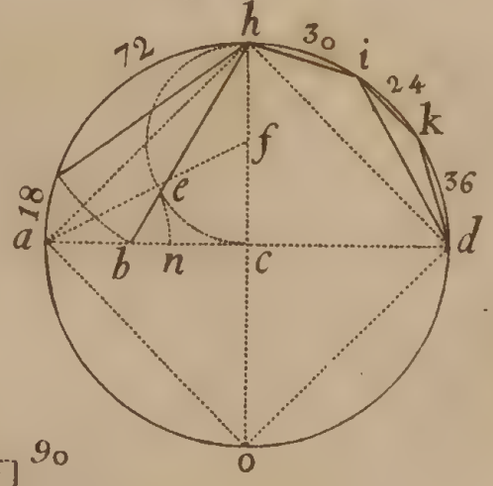


Fig. 101

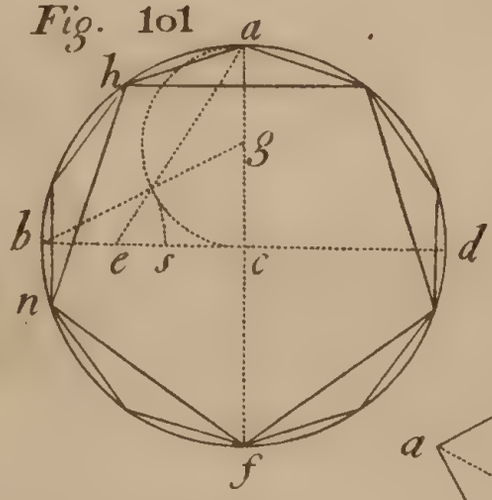


Fig. 102

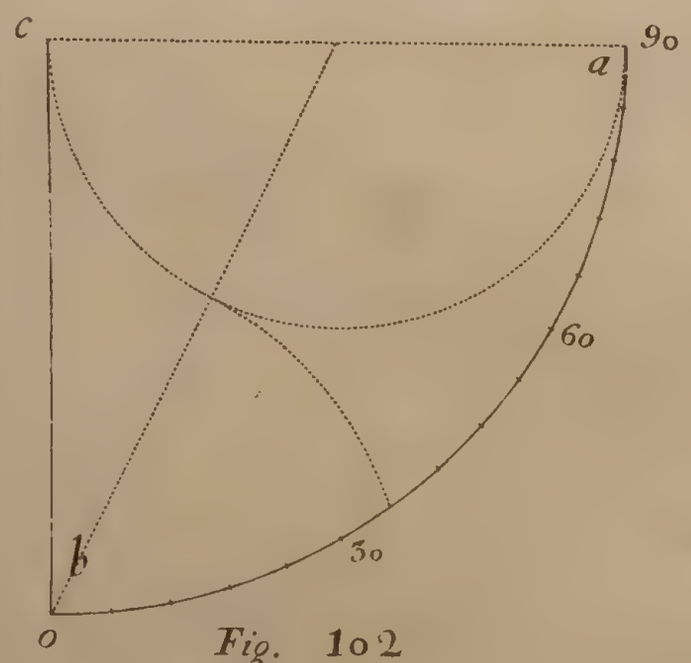


Fig. 103

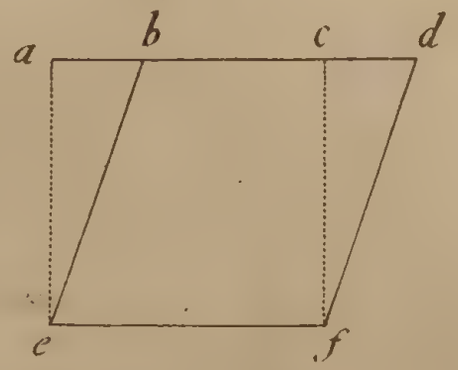


Fig. 104

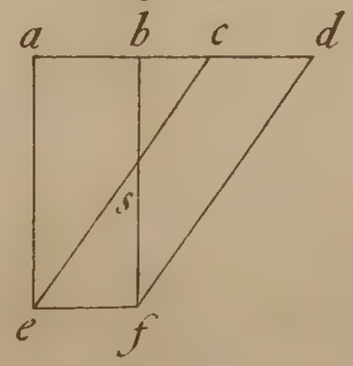
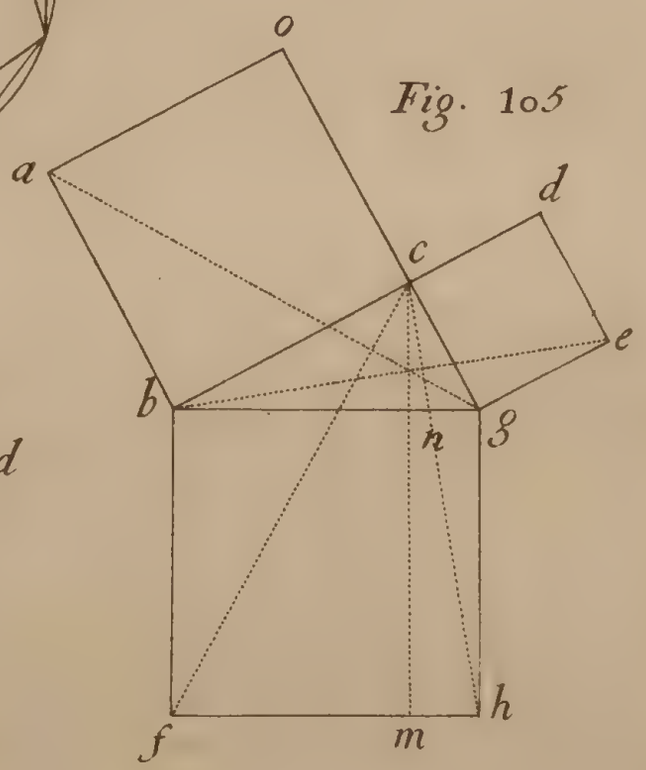


Fig. 105



Zerella del.t

Giraldo sc.t

Fig. 106

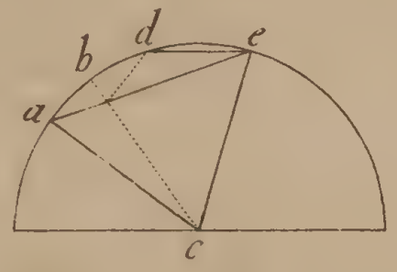


Fig. 107

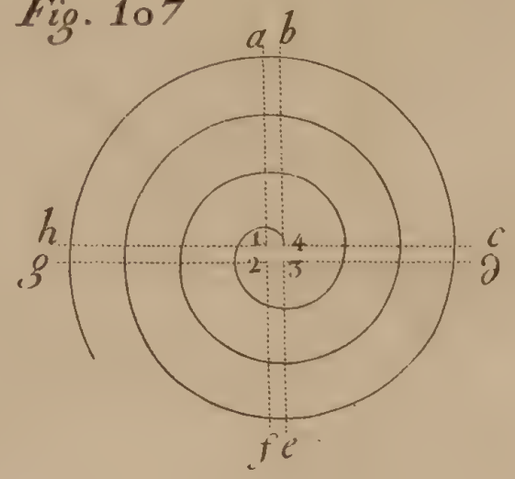


Fig. 108

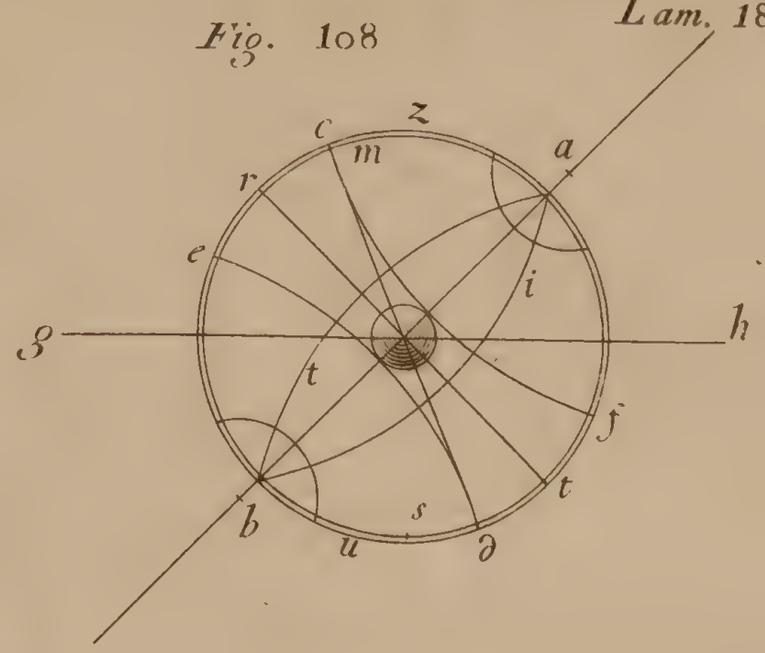
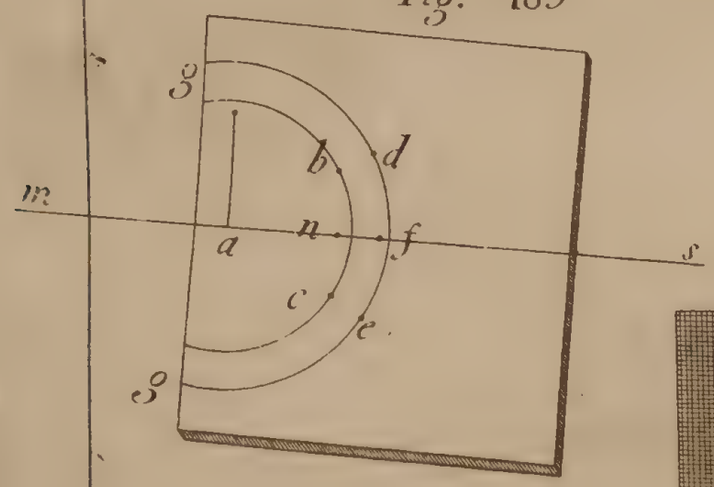


Fig. 109



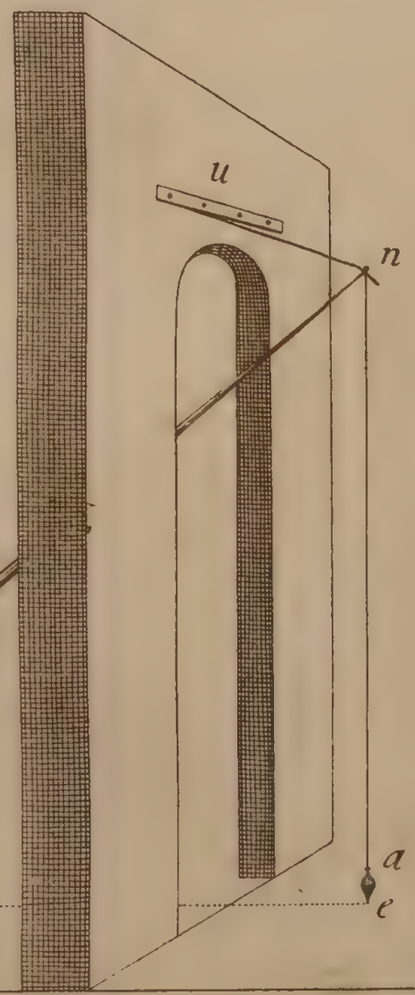


Fig. 110

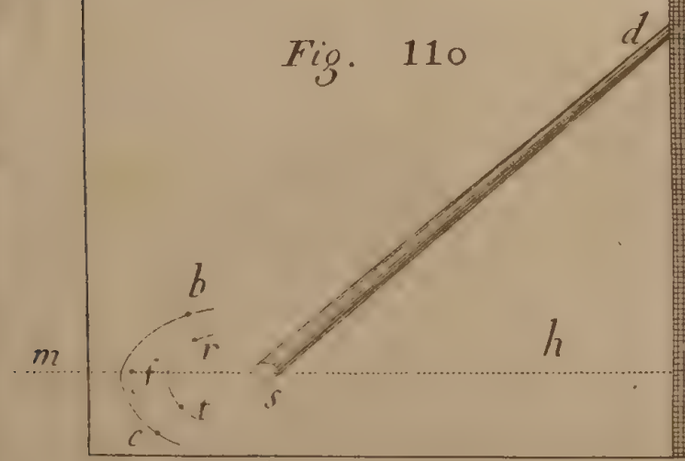


Fig. 111

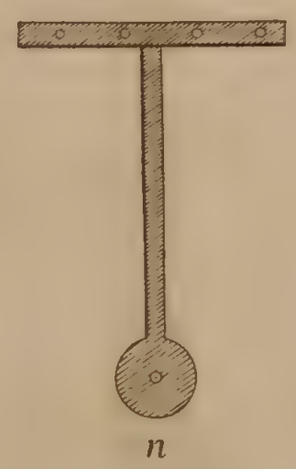
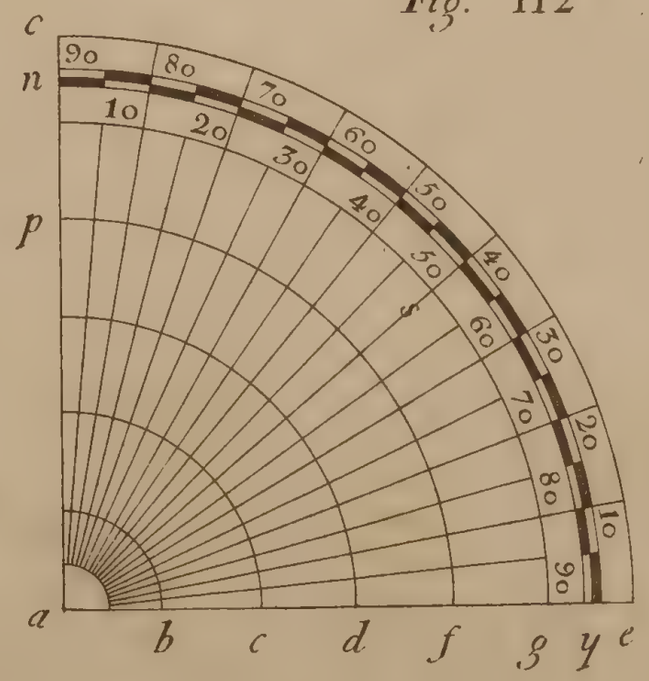


Fig. 112



Zerella del.t

Giraldo sc.t

Lam. 19.

Fig. 113

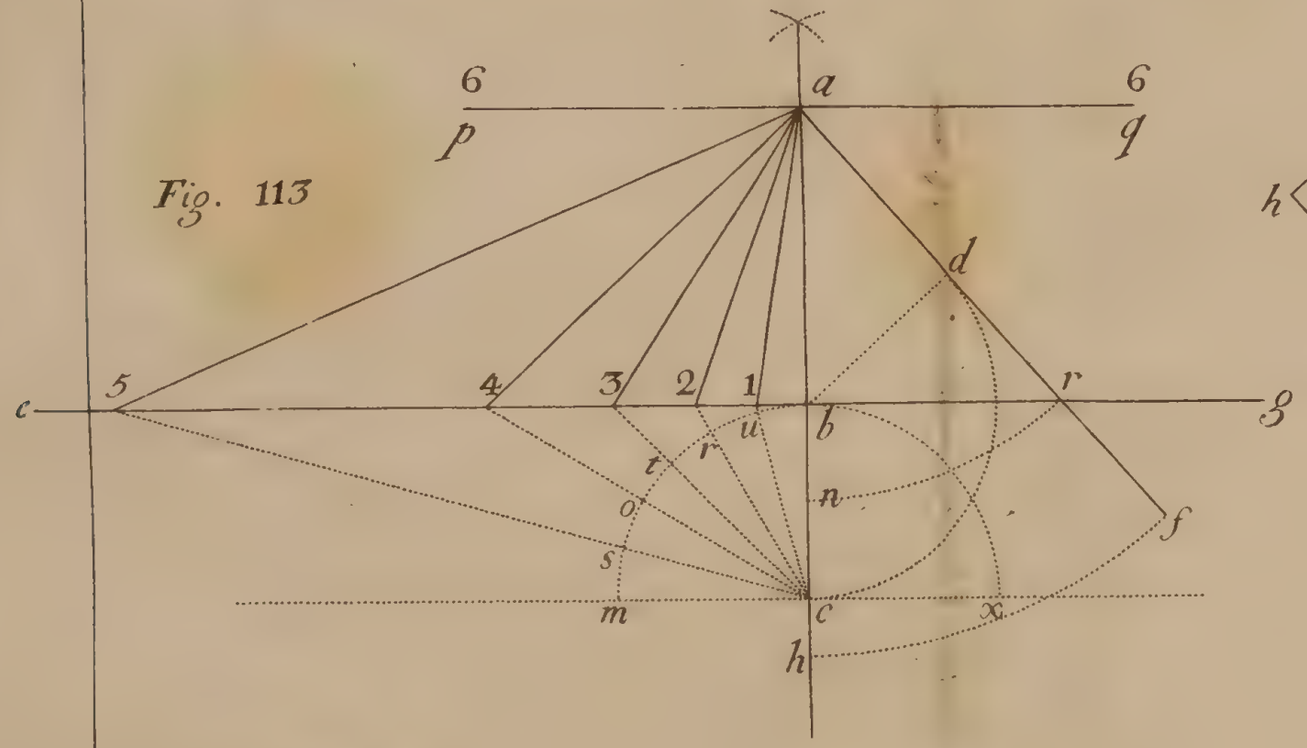


Fig. 116

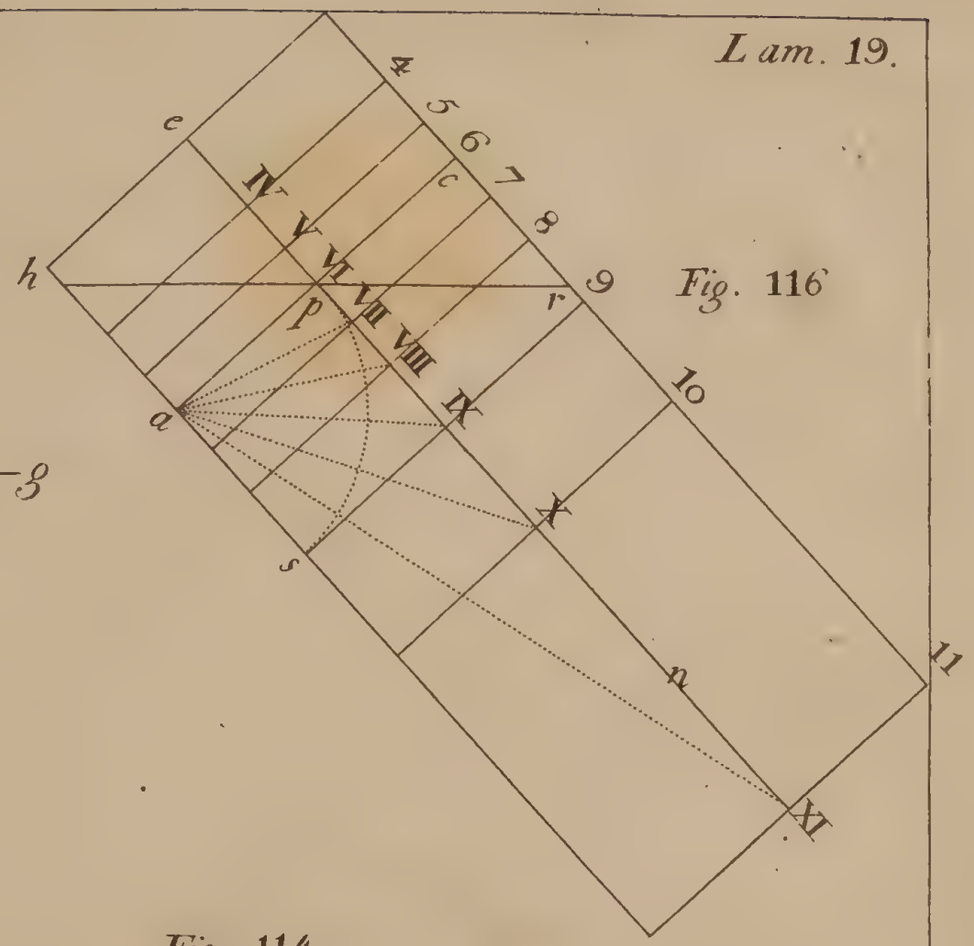


Fig. 115

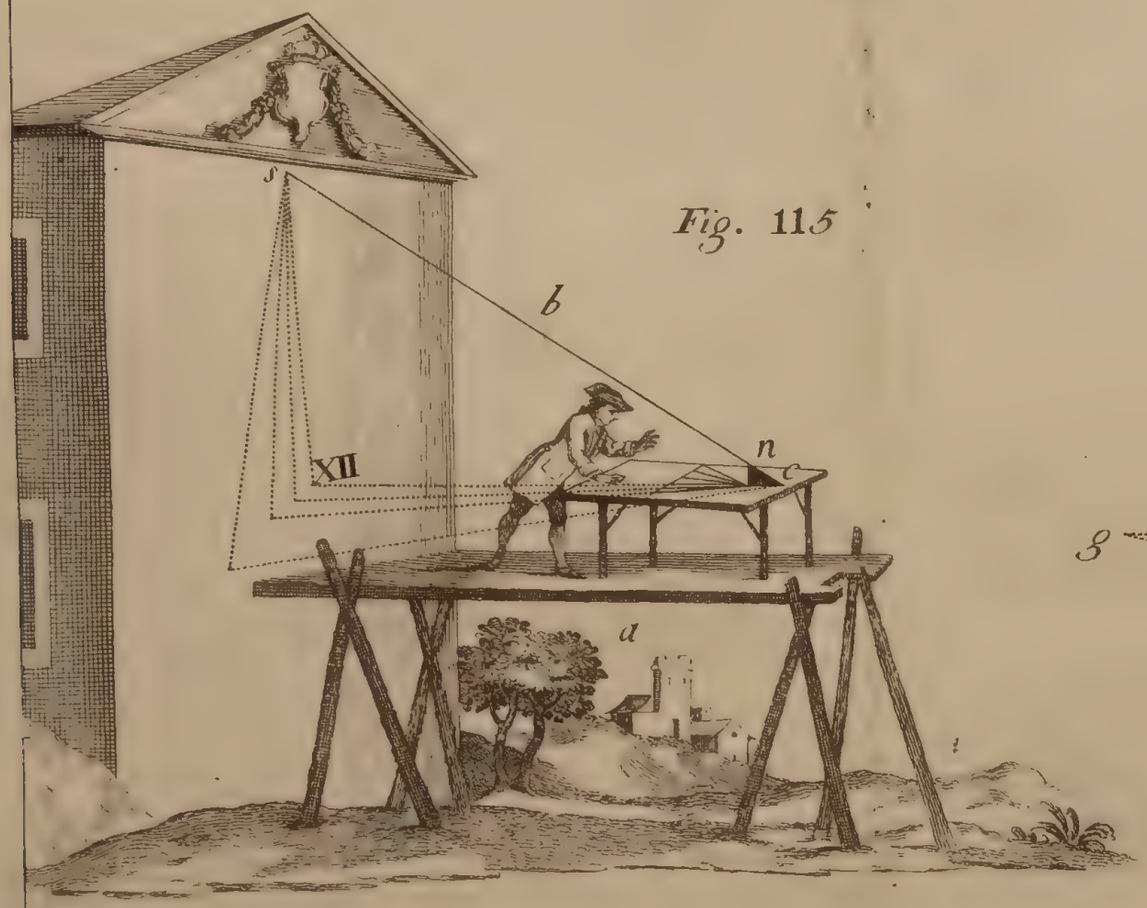
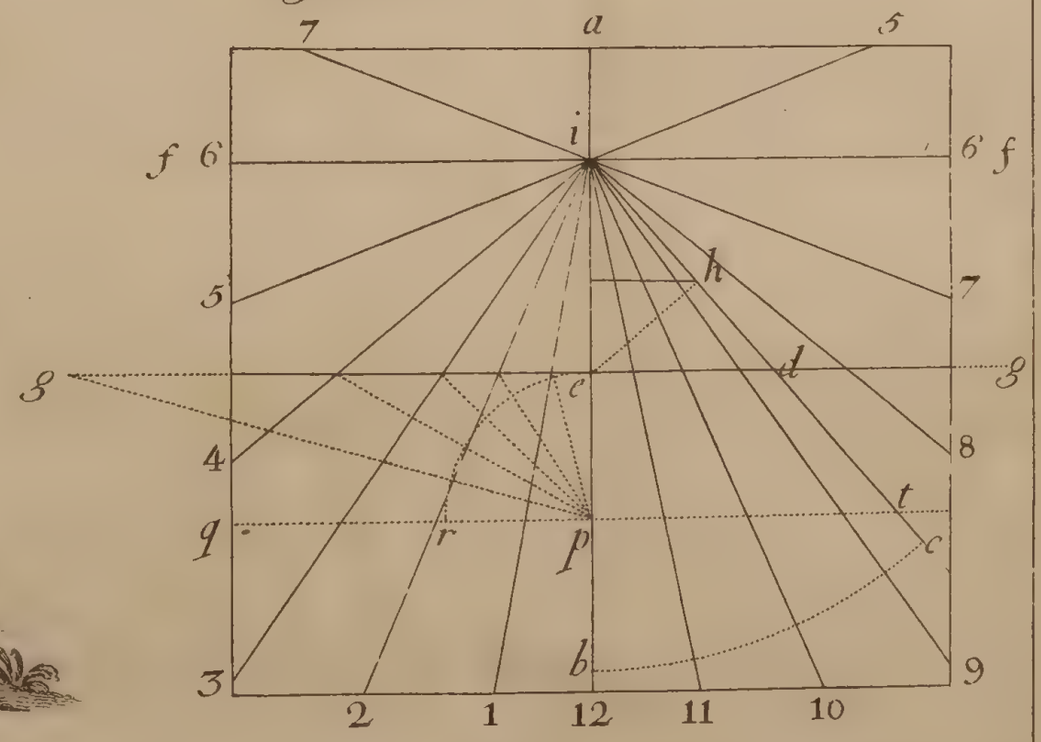


Fig. 114



Zerella del.

Giraldo sc.

Fig. 118

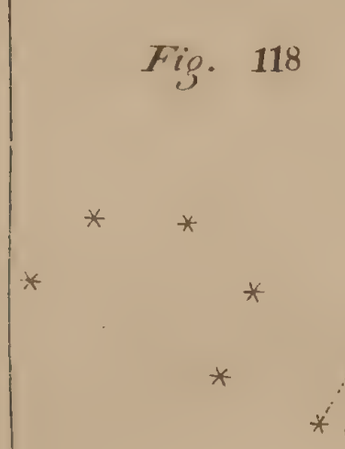


Fig. 117

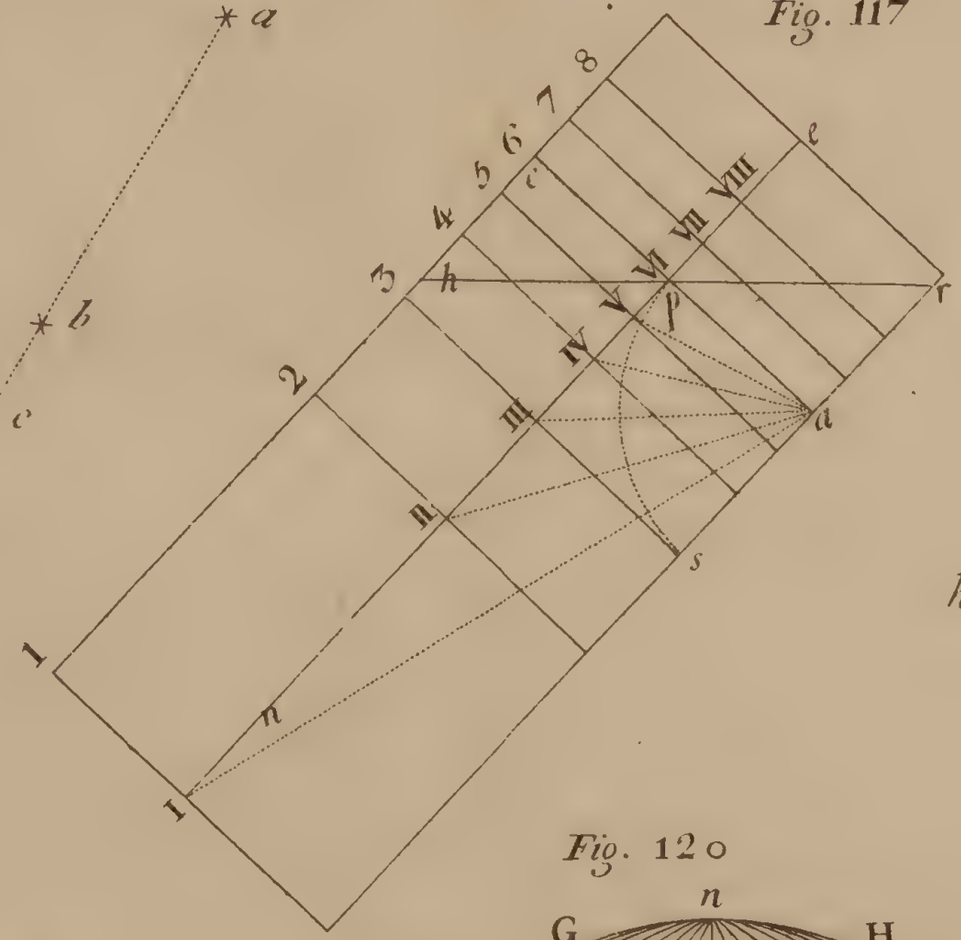


Fig. 119

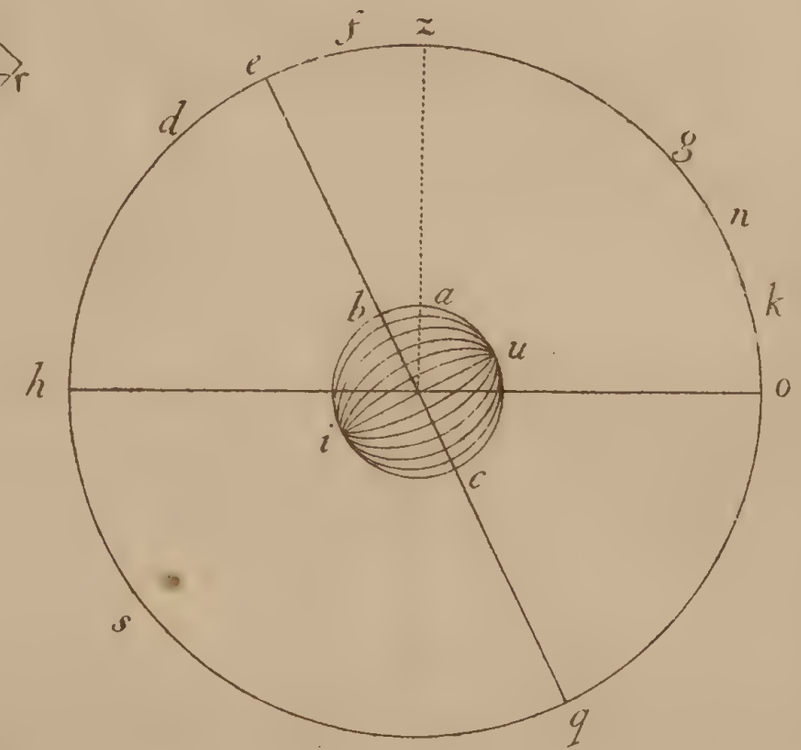


Fig. 120

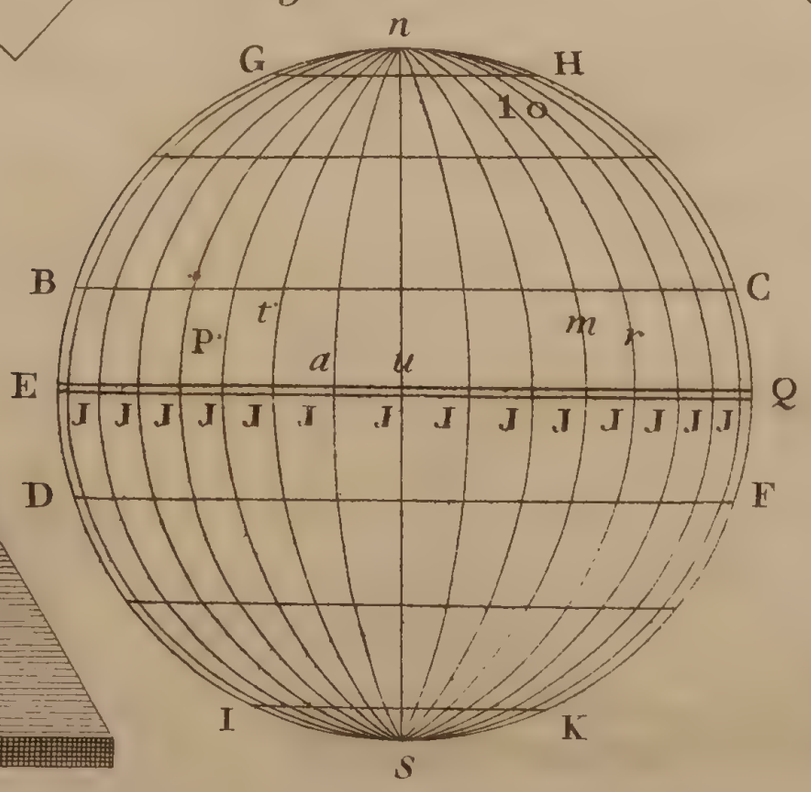


Fig. 121

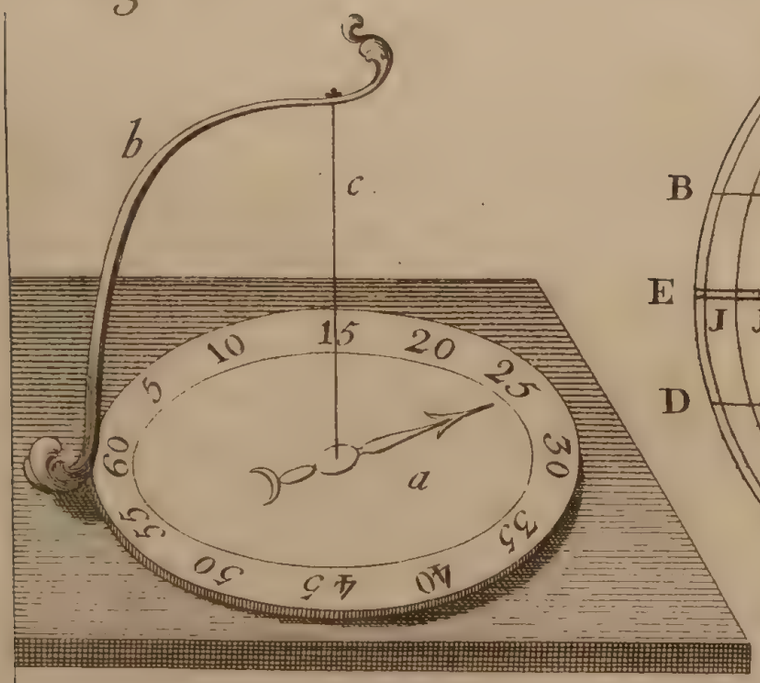
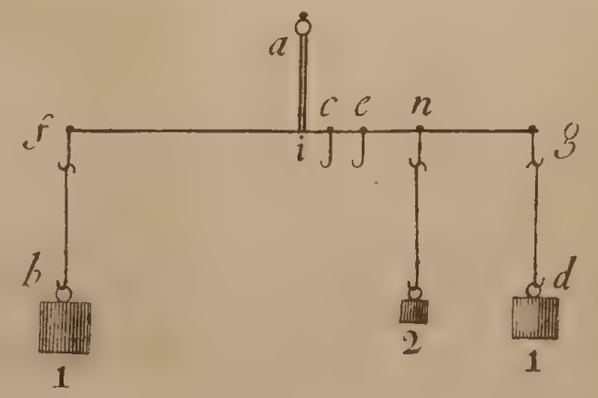


Fig. 122



Zerella del.t

Giraldo sc.t

Fig. 123

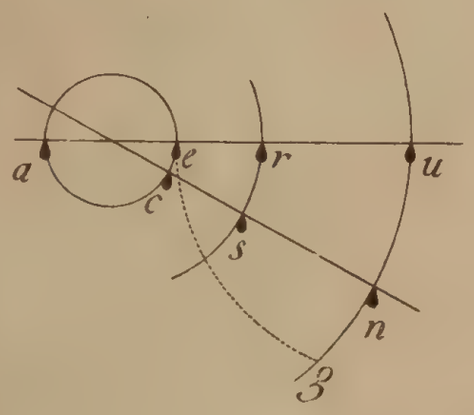


Fig 124

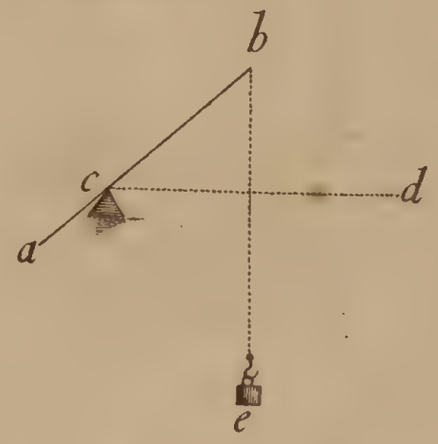


Fig. 125

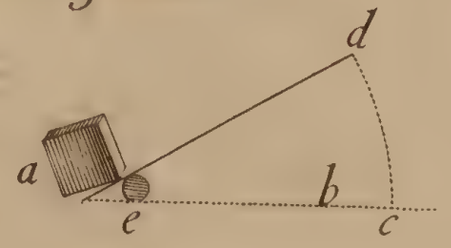


Fig. 126

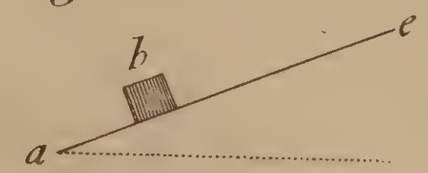


Fig. 127

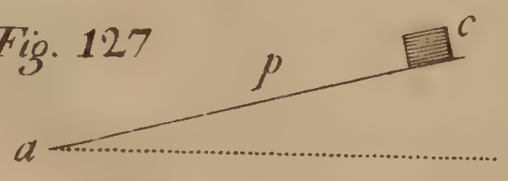


Fig. 128

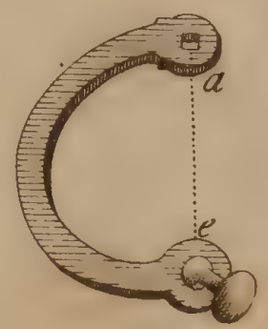


Fig. 129

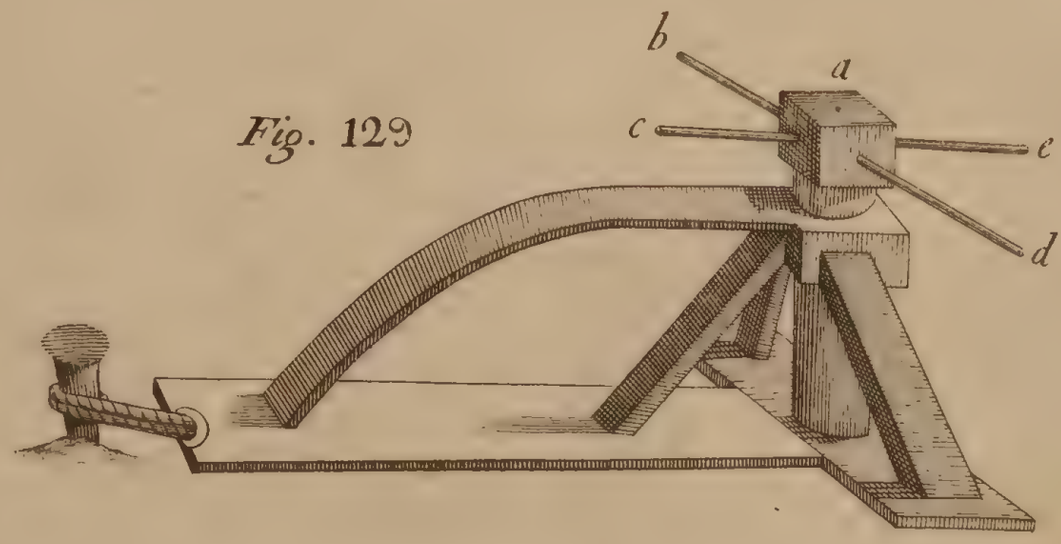


Fig. 130

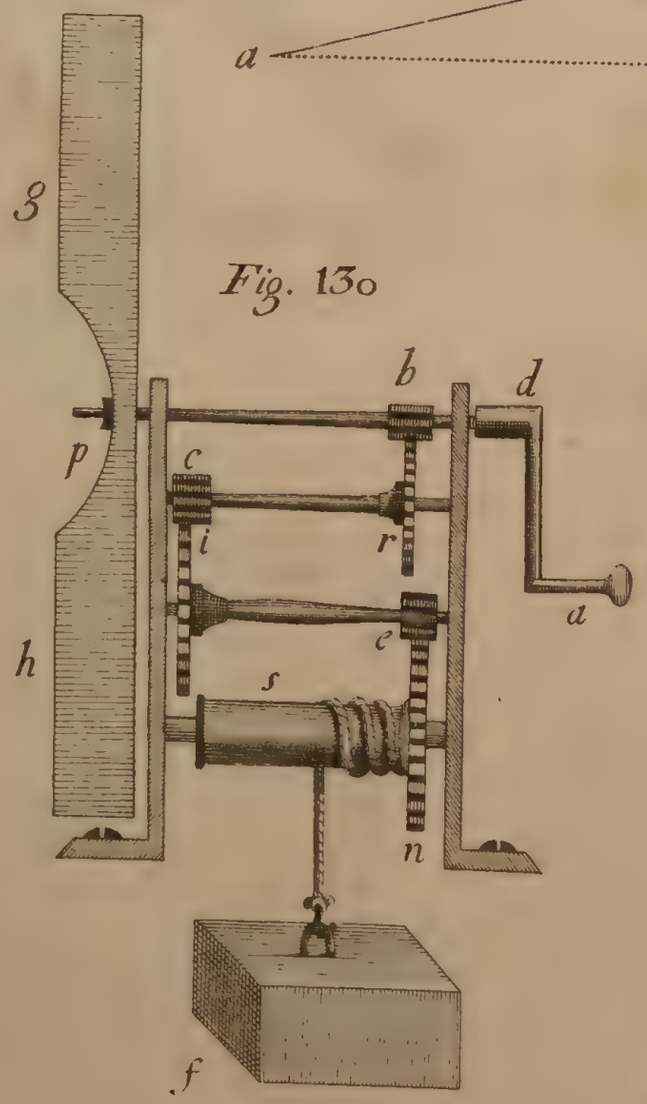


Fig. 131

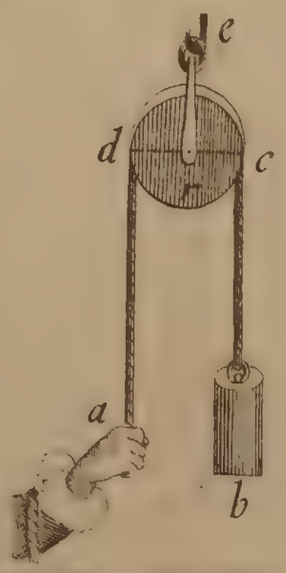


Fig. 132

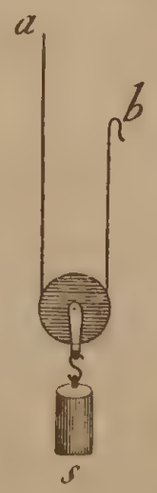


Fig. 133

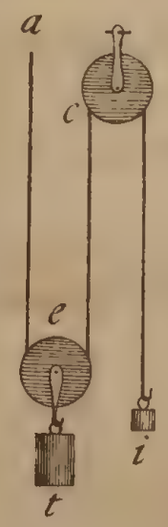
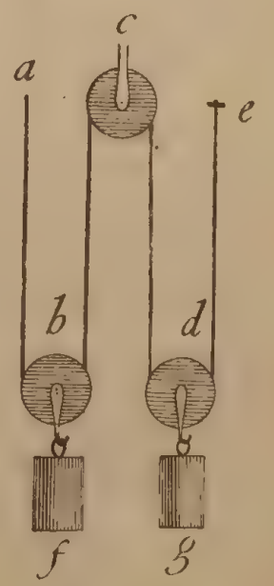


Fig. 134



Zerella del.t

Giraldo sc.t

Fig. 137.

Lam. 22.

Fig. 135

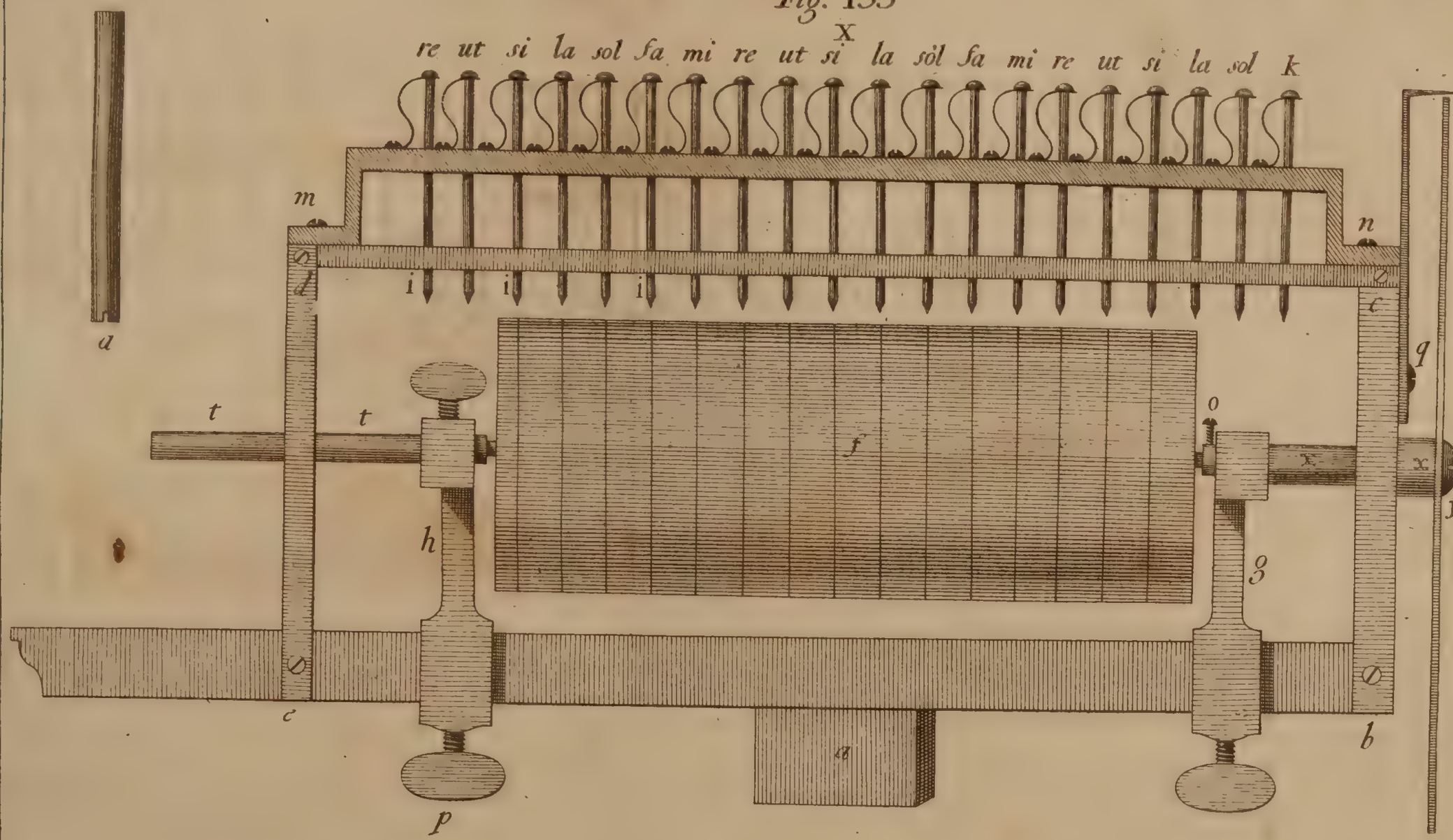
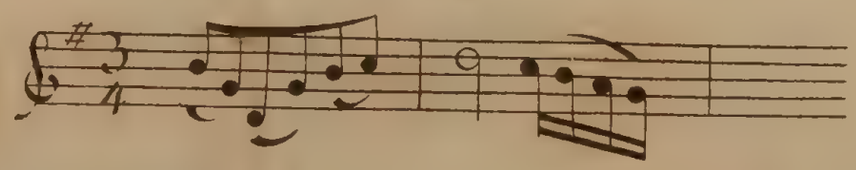


Fig. 136



Zerella del.t

Giraldo sc.t

SPECIAL 86-B
5341

GETTY CENTER LIBRARY